

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**TESIS**

**EFFECTO DEL ACONDICIONAMIENTO A BECERROS PRODUCTORES DE  
CARNE ANTES DEL DESTETE EN EL TRÓPICO SECO MEXICANO**

**QUE PRESENTA**

**RAFAEL GUARNEROS ALTAMIRANO**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIA ANIMAL**

**ENERO, 2017**

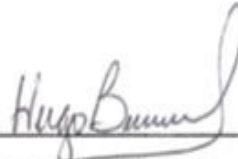
**EFFECTO DEL ACONDICIONAMIENTO A BECERROS PRODUCTORES DE  
CARNE ANTES DEL DESTETE EN EL TRÓPICO SECO MEXICANO**

Aprobación de la tesis por el Comité particular:



Dr. Erasmo Gutiérrez Ornelas

*Director de Tesis*



Dr. Hugo Bernal Barragán

*Co-Director*



Dr. Ramiro Ávalos Ramírez

*Co-Asesor*



Dr. Epigmenio Castillo Gallegos

*Co-Asesor*



Dr. Emilio Olivares Sáenz

*Co-Asesor*

General Escobedo, N.L., México

Enero 2017

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres Humberto Eduardo (†) y Concepción (†)**

Por su amor, cariño, comprensión y por darme la vida.

### **A mis hermanos: Luis Humberto, Gustavo Nicolás Sebastián, Sylvia Lorena y sus preciosas familias.**

A ellos por su apoyo en el transcurso de mi vida.

### **A mis cuñados y cuñadas de parte de mi esposa, familia que siempre nos han mostrado cariño y respeto.**

Por ser un fruto de la sangre de mi familia.

### **A mi esposa: Bárbara**

Por su amor, cariño y comprensión en la vida que hemos compartido y por ser parte importante en las decisiones de nuestra familia.

“Ella es y ha sido lo mejor que ha pasado en mi vida”.

### **A mis hijas: Karina Ivetteh y Brenda Itzel**

Por ser el motor de mi vida y que han sabido entregarme su amor, respeto y cariño.

A mis yernos Sr. Eder Iván Ayala Hernández y al Ing. Braulio Roberto Pérez García

## **AGRADECIMIENTO A MIS ASESORES**

Es para mí un honor haber sido estudiante de un cuerpo académico liderado por el **Dr. Erasmo Gutiérrez Ornelas**, en este pequeño espacio le agradezco su confianza, su enseñanza y ética profesional durante este tiempo donde estuvimos trabajando y compartiendo sueños, ideas y proyectos.....Espero no haberlo defraudado.

Al **Dr. Hugo Bernal Barragán**, por su entusiasmo y dedicación mostrada en el transcurso del proyecto. Agradezco sus consejos y orientaciones en cada momento en que permanecí en la Universidad. Gracias por mostrarme su Don de maestro en las actividades y tareas que compartimos.

Al **Dr. Ramiro Ávalos Ramírez**, por su voluntad, orientación y atención en mi formación y capacitación en la parte de la medicina veterinaria. Mis respetos y reconocimiento por su labor a favor de la investigación.

Al **Dr. Epigmenio Castillo Gallegos**, por haberme enseñado y orientado en este proyecto. Además de mostrarme a través de sus escritos el profesionalismo en que debe uno conducirse. Fue un honor haber trabajado con el Dr. Castillo.

Al **Dr. Emilio Olivares Sáenz**, por mostrarme su espíritu de maestro en su cátedra y orientación en el proyecto. Reconocimiento a su paciencia en bien de la educación, desarrollo y formación de alumnos que como yo llegan a abreviar conocimientos a la Universidad y encontramos en usted la fortuna de su sencillez y compartir sus conocimientos.

A todos ustedes les expreso mis respeto y agradecimiento formal por el tiempo ofrecido en mi formación, desarrollo y culminación de esta parte final de mi vida profesional. Su asesoría, orientación y ánimos que me dieron, así como su imagen radiada inyectaron en mí durante el proyecto un ejemplo en mi formación y deseos de superación que han sido clave importante para llevar a buen término nuestro estudio.

## **AGRADECIMIENTO A LAS INSTITUCIONES:**

A la **Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Tamaulipas “Dr. Norberto Treviño”**, por la formación inicial que me dieron como profesionista. En el cual me enseñaron a valorar al ser humano que domina el mundo y con su inteligencia hacerse valer para subsistir produciendo alimentos de origen animal sin llegar a denigrar la especie que nos da de comer. Respetando el ambiente y el entorno en el cual se encuentra el suelo, las plantas y los animales.

A los directivos de la **Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León**, por su confianza al abrirme sus puertas al conocimiento de las Ciencias Veterinarias en el área de la Zootecnia. Creo que no me equivoqué al elegir dicha institución y equipo de profesores y catedráticos.

Al **INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias)**, que con su cuerpo técnico de investigadores en las diferentes áreas que lo conforman me condujeron a seguir conociendo más de las ciencias agropecuarias. Para mí ha sido un placer haber contribuido en una pequeña parte en diferentes proyectos de Investigación, Validación y Transferencia de Tecnología Pecuaria, pues conocí más a mi Patria y a su Gente que lo habita como productores y líderes del sector. Al convivir con su problemática, y conocer la manera de hacer las cosas, así como sus limitaciones, también conocí su deseo de superación y su manera de pensar para salir adelante.

A los Señores Enrique Sosa y Familia y Florencio Guillermo Garza y familia, dueños de los Ranchos **“Don Enrique”** y **“Laguna Colorada”**, respectivamente por facilitarme todos los medios necesarios para llevar a cabo los experimentos y soportar mi tesis. Por todo lo anterior, por lo que he conocido, por lo que he vivido en esta carrera profesional a todos les agradezco la oportunidad que me dieron de conocerlos y de haber formado parte de mi vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| <b>COMITÉ REVISOR.....</b>   | <b>ii</b>     |
| <b>DEDICATORIA.....</b>  | <b>iii</b>    |
| <b>AGRADECIMIENTOS.....</b>  | <b>iv</b>     |
| <b>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>  | <b>vi</b>     |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>  | <b>x</b>      |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>  | <b>xi</b>     |
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>  | <b>xii</b>    |
| <b>RESUMEN.....</b>  | <b>xiii</b>   |
| <b>ABSTRACT.....</b>   | <b>xv</b>     |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>1</b>      |
| 1. 1 Objetivo general.....   | 3             |
| 1. 2 Objetivos específicos.....  | 3             |
| 1. 3 Hipótesis.....  | 4             |
| <b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>  | <b>5</b>      |
| 2.1 Sistemas de producción de bovinos en México.....   | 9             |
| 2. 1. 1 Algunos aspectos del medio ambiente que influyen en ganadería.....                       | 12            |
| 2. 1. 2 Condición corporal del ganado de carne.....  | 12            |
| 2. 1. 3 Efecto de época de pariciones.....   | 14            |
| 2. 1. 4 Aspectos del nacimiento al destete.....  | 15            |
| 2. 1. 5 Efecto de raza en ganado para evaluar el comportamiento antes y después del destete..... | 15            |
| 2. 1. 6 Inmunidad en becerros.....   | 17            |

## ÍNDICE DE CONTENIDO (CONTINUACIÓN)

|   |    |
|---|----|
| 2. 1. 7 Enfermedad respiratoria bovina (por sus siglas en inglés, BRD).....         | 19 |
| 2. 1. 8 Algunos conceptos relacionados con la producción de forraje y el clima..... | 21 |
| 2.1.9 Respuesta de los bovinos en pastoreo en áreas tropicales.....                 | 23 |
| 2. 1. 10 Uso de suplementos en becerros durante la época seca.....                  | 25 |
| 2. 2 Acondicionamiento.....   | 27 |
| 2. 2. 1 Prácticas que se realizan en el acondicionamiento.....                      | 28 |
| 2. 2. 2 Principal objetivo del acondicionamiento.....                               | 29 |
| 2. 2. 3 Enfoque del acondicionamiento.....  | 30 |
| 2. 2. 4 Evaluación de diferentes protocolos.....                                    | 32 |
| 2. 2. 5 Respuesta del acondicionamiento en ganancia diaria de peso.....             | 33 |
| 2. 2. 6 Rentabilidad del acondicionamiento.....                                     | 34 |
| 2. 2. 7 Salud y bienestar de los becerros en el acondicionamiento.....              | 36 |
| 2. 2. 8 Consideraciones.....  | 37 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS.....  | 39 |
| 3. 1 Tipo y características de los animales.....                                    | 40 |
| 3. 2 Al inicio de cada estudio .....  | 42 |
| 3. 3 Acondicionamiento de becerro.....  | 42 |
| 3. 3. 1 Desparasitación.....  | 42 |
| 3. 3. 2 Aplicación de vitaminas.....  | 43 |

## ÍNDICE DE CONTENIDO (CONTINUACIÓN)

|  | Página    |
|--|-----------|
| <b>3. 3. 3</b> Protección contra Carbón o mal de paleta, edema y septicemia hemorrágica.....                       | <b>43</b> |
| <b>3. 3. 4</b> Vacunación contra enfermedades virales.....   | <b>44</b> |
| <b>3. 3. 5</b> Control contra garrapata.....   | <b>44</b> |
| <b>3. 3. 6</b> Suplementación.....   | <b>45</b> |
| - Elaboración del suplemento   |           |
| - Ofrecimiento del suplemento  |           |
| <b>3. 3. 7</b> Peso y condición corporal de las vacas con cría.....  | <b>46</b> |
| <b>3. 3. 8</b> Registro de peso de los becerros.....   | <b>47</b> |
| <b>3. 3. 9</b> Toma de muestras de sangre .....  | <b>47</b> |
| <b>3. 3. 10</b> Análisis para glucosa sanguínea (GS).....  | <b>47</b> |
| <b>3. 3. 11</b> Análisis para nitrógeno ureico (NU).....   | <b>48</b> |
| <b>3. 3. 12</b> Seroneutralización .....   | <b>48</b> |
| <b>3. 3. 13</b> Incidencia de animales enfermos.....   | <b>48</b> |
| <b>3. 3. 14</b> Características, muestreos y calidad de los potreros.....  | <b>49</b> |
| <b>3. 3. 15</b> Análisis económico (Evaluación financiera).....  | <b>50</b> |
| <b>3. 3. 16</b> Características climáticas del trópico en la región y datos complementarios que se colectaron..... | <b>52</b> |
| <b>3. 3. 17</b> Análisis estadístico.....  | <b>53</b> |
| <b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....   | <b>55</b> |
| <b>4. 1</b> Peso y condición corporal de las vacas con cría.....   | <b>55</b> |
| <b>4. 2</b> Peso de los becerros.....  | <b>56</b> |



## ÍNDICE DE CONTENIDO (CONTINUACIÓN)

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| <b>4. 3</b> Glucosa sanguínea (GS).....                                  | <b>61</b>     |
| <b>4. 4</b> Nitrógeno ureico (NU).....                                   | <b>63</b>     |
| <b>4. 5</b> Seroneutralización .....                                     | <b>65</b>     |
| <b>4. 6</b> Incidencia de animales enfermos.....                         | <b>68</b>     |
| <b>4.7</b> Carga animal y características del terreno en el estudio..... | <b>72</b>     |
| <b>4. 8</b> Valor nutricional de los pastos.....                         | <b>73</b>     |
| <b>4. 9</b> Análisis económico.....                                      | <b>77</b>     |
| <b>4. 10</b> Temperatura y precipitación.....                            | <b>81</b>     |
| <b>5. CONCLUSIONES</b> .....   | <b>85</b>     |
| <b>6. LITERATURA CITADA</b> .....  | <b>86</b>     |

## ÍNDICE DE CUADROS

| No. |  | Página |
|-----|--|--------|
| 1   | Aporte nutricional de los ingredientes y el total del suplemento en base a Materia Seca (MS). ....   | 45     |
| 2   | Carátula de la corrida financiera de los estudios realizados en el acondicionamiento y no acondicionamiento de becerros. ....  | 51     |
| 3   | Efecto del acondicionamiento de becerros antes del destete sobre peso (kg) y condición corporal (CC) de las vacas madres.....  | 56     |
| 4   | Efecto del acondicionamiento antes del destete y suplementación de becerros, sobre la concentración (mg/dL) de glucosa sanguínea (GS). ....                              | 62     |
| 5   | Efecto del acondicionamiento antes del destete y suplementación de becerros, sobre la concentración de nitrógeno ureico (NU) en sangre (mg/dL). ....                     | 63     |
| 6   | Respuesta serológica de anticuerpos SNT contra los Virus de la IBR y DVB en el sueros de becerros (Experimento 1).   | 66     |
| 7   | Respuesta serológica en becerros acondicionados y vacunados contra los virus de la IBR y DVB (Experimento 2).  | 67     |
| 8   | Efecto del acondicionamiento antes del destete y suplementación de becerros, sobre la incidencia de animales enfermos y sanos en tres experimentos (% en paréntesis)...  | 70     |
| 9   | Características de los potreros utilizados en los tres experimentos.....   | 73     |
| 10  | Composición química promedio de los pastos (% con base en MS) en los períodos evaluados de los tres experimentos. En paréntesis se presenta la desviación estándar. .... | 76     |
| 11  | Resumen del análisis de Diferencias del Incremento de precio menos el Costo de los tratamientos de los experimentos 1, 2 y 3 (\$ = Pesos mexicanos). ....                | 79     |
| 12  | Resultados del VAN y Relación B/C en becerros no acondicionados (Testigo) y acondicionados de los experimentos 1, 2 y 3 (\$=Pesos mexicanos).....                        | 81     |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| No. |  | Página |
|-----|--|--------|
| 1   | Existencias de ganado vacuno en los principales países del mundo, 2010.....  | 5      |
| 2   | Inventario de ganado bovino productor de carne 2001-2010.....  | 6      |
| 3   | Cadena productiva bovinos carne en México. ....  | 7      |
| 4   | Producción de carne en canal de bovino (vaca) en México (1980-2011). ....  | 9      |
| 5   | Localización del Rancho “Don Enrique”, N 23°03’23.64” y a O 97°49’11.00”. ....   | 39     |
| 6   | Localización del Rancho “Laguna Colorada”, a 23°00’32.88” N y a 98°10’07.60” O.....  | 40     |
| 7   | Tratamientos manejados en los tres estudios, distribución de los tiempos (días) para el pesaje, muestreo y evaluación del ganado.....  | 41     |
| 8   | Efecto del acondicionamiento de becerros antes del destete y suplementación sobre el peso corporal (kg) hasta 84 días postdestete en tres experimentos.....  | 58     |
| 9   | Efecto del acondicionamiento de becerros antes del destete sobre el aumento de peso (kg/día) acumulado desde el inicio de la suplementación hasta 84 días postdestete .....  | 59     |
| 10  | Contenido de proteína cruda (A, B, C) y de FDN (D, E, F) de pastos consumidos por los becerros condicionados (rojo) y testigo (azul) durante los tres experimentos (Expto 1 A y D; Expto 2 B y E; Expto 3 C y F). .... | 75     |
| 11  | Precipitación y temperatura en el rancho "Don Enrique", época seca experimentos 1 y 3. ....  | 82     |
| 12  | Precipitación y temperatura del rancho “Laguna Colorada”, durante la época de lluvias experimento 2.....   | 83     |

## LISTA DE ABREVIATURAS

| Abreviatura      | Descripción                                   | Abreviatura        | Descripción  |
|------------------|---|--------------------|--|
| AA               | Aminoácidos                                   | kg                 | kilogramos   |
| AGV's            | Ácidos grasos volátiles                       | L                  | Litros   |
| AOAC             | Asociación oficial de químicos analistas      | m                  | metros   |
| BoHV-1           | Herpesvirus Bovino-1 ("Bovine Herpesvirus-1") | ml                 | mililitros   |
| C                | Grados centígrados                            | mm                 | milímetros   |
| cm               | centímetros                                   | MS                 | Materia seca   |
| Cr               | Cromo   | msnm               | Metros sobre el nivel del mar  |
| dL               | decilitros                                    | N                  | Norte  |
| DVB              | Diarrea Viral Bovina                          | NNP                | Nitrógeno no proteico  |
| ED               | Energía digestible                            | O                  | Oeste  |
| EDTA             | Ácido etilendiaminotetracético                | PC                 | Proteína cruda   |
| FDA              | Fibra detergente ácida                        | PV <sup>.075</sup> | Peso vivo metabólico   |
| FDN              | Fibra detergente neutro                       | RIB                | Rinotraqueitis Infecciosa Bovina ("Infectious Bovine Rhinotracheitis") |
| g                | gramos  | TDN                | Total de nutrientes digestibles  |
| GDP              | Ganancia diaria promedio                      | VDVB               | Virus de la Diarrea Viral Bovina, ("Bovine Viral Diarrea Virus")       |
| Ha <sup>-1</sup> | Unidades por hectárea                         | VRIB               | Virus de la Rinotraqueitis Infecciosa Bovina                           |
| IgG              | Inmunoglobulina tipo "G"                      |                    |  |

## Resumen

Se realizaron tres experimentos (2 en época de sequía y uno en época de lluvias) utilizando 96 becerros Simmental X Cebú para evaluar el efecto que el acondicionamiento (desparasitación, vitaminas liposolubles, e inmunización contra enfermedades del complejo clostridial, Pasteurellosis y virales RIB, DVB, PI3 y VSRB) al día -28 predestete, ofreciendo además un suplemento con 35% PC (20 g/kg  $PV^{0.75}$ /día) desde el día -28 hasta el día +84 posdestete, tiene sobre peso y condición corporal (CC) de las vacas madre al destete, así como sobre el comportamiento de becerros en pastoreo a los días -28, 0 (destete), 28, 56 y 84 post-destete. Se determinó nitrógeno ureico (NU), y glucosa (GS) en suero sanguíneo, y la incidencia de enfermedades (IE). Resultados de peso corporal, ganancia de peso (GDP), NU y GS se evaluaron con análisis de varianza en un diseño factorial de 2 tratamientos x 2 sexos; IE se analizó con Ji-cuadrada. No hubo diferencia de peso ( $P = 0.552$ ) ni de CC ( $P = 0.891$ ) de las vacas debido a tratamientos. No hubo interacción Tratamiento x Sexo ( $P = 0.853$ ) ni efecto de sexo ( $P > 0.586$ ) sobre el crecimiento de becerros desde el día -28 hasta el día +84 posdestete (media = 357 g/d). En época de sequía, los becerros acondicionados tuvieron mejor GDP acumulada hasta los días 56 y 84 ( $P = 0.001$ ) y menor IE ( $P = 0.001$ ) que los becerros testigo. En época de lluvias el acondicionamiento incrementó en 31% el crecimiento de -28 a +84 días respecto al testigo (370 vs 281 g/d;  $P = 0.026$ ); mientras que en la época de sequía el acondicionamiento incrementó el crecimiento de 223 a 507 g/d ( $P = 0.001$ ). En promedio de los tres experimentos, las concentraciones de NU ( $P \geq 0.425$ ) y GS

( $P \geq 0.270$ ) fueron similares entre tratamientos. En la seroneutralización hubo una débil respuesta a la presencia de anticuerpos a IBR y DVB ( $P > 0.05$ ). Se observó una alta proporción de animales con bajos niveles de protección a los 84 días. El análisis económico presentó una mayor rentabilidad en los grupos de animales acondicionados durante la época seca (20%), con respecto a los acondicionados en la época de lluvias (4%). En conclusión, el acondicionamiento predestete y la suplementación de becerros mejoraron la GDP post-destete, redujeron la incidencia de enfermedades de becerros y evitaron disminución excesiva de peso y condición corporal de sus madres lactantes en época de sequía. El acondicionamiento es una práctica rentable principalmente durante la época de sequía (20%).

**PALABRAS CLAVE:** Acondicionamiento predestete de becerros, Ganancia de peso, Trópico seco.

## **Abstract**

Three experiments (two in the dry season and one in the rain season) were conducted utilizing 96 Simmental x Zebu calves, with the aim to evaluate the effect of preconditioning at day -28 preweaning (deworming, A,D,E, vitamins, and immunization against clostridial diseases, *Pasteurella* and viruses RIB, DVB, PI3 and VSRB), offering also a supplement with 35% CP ( $20 \text{ g/kg BW}^{0.75}/\text{day}$ ), from day -28 until day +84 postweaning, on body weight (BW) and body condition score (BCS) of nursing cows until weaning, as well as calves performance at days -28, 0 (weaning), 28, 56, and 84 postweaning. Blood Urea Nitrogen (BUN) and serum glucose (SG) were determined and morbidity was registered. Data of BW, Body Weight gain (BWG) BUN, and SG were analyzed with ANOVA in a 2 treatments x 2 gender factorial arrangement; morbidity was analyzed with Ji square. BW and BCS of nursing cows did not vary due to treatments ( $P > 0.05$ ). Gender did not influenced growth ( $P > 0.05$ ) of calves. During dry season preconditioned calves had better cumulative BWG until days 56 and 84 ( $P < 0.05$ ), and less morbidity ( $P < 0.001$ ), than control ones. During rainy season preconditioning had less effect ( $P > 0.05$ ) on weight of calves than during the dry season. BUN and SG were similar between treatments ( $P > 0.05$ ). There was a weak response in seroneutralisation to the presence of IBR and BVD antibodies ( $P > 0.05$ ). A high proportion of animals observed with low levels of protection at 84 days, would be susceptible to health risk by increasing levels of stress at weaning, transportation and marketing movements and diet changes. Economic analysis showed higher profitability in animal groups during the dry season (20%), with respect to those in the rainy

season (4%). In conclusion, preconditioning calves preweaning and supplementation of calves postweaning improved BWG postweaning, and reduced morbidity during the dry season. Preconditioning is more profitable during the dry season (20%).

Keywords: Pre-weaning conditioning of calves, Body Weight Gain, Dry tropics.



## 1. INTRODUCCIÓN

En México la producción de ganado bovino es una actividad importante del sector primario, cuyo desarrollo e influencia abarca todo el territorio nacional, en las diversas zonas agroecológicas, y cuya aportación al producto interno bruto (PIB) es relevante. Actualmente en México el subsector ganadero representa el 40% del producto interno bruto agropecuario, y brinda oportunidades de empleo a 1.3 millones de personas.

A nivel mundial la producción pecuaria se ha intensificado como una medida para subsanar la demanda de alimentos de una población cada día creciente. En este proceso no se ha tenido un buen control en el cuidado de los recursos naturales, provocando deforestación, afectando la vegetación nativa, contaminando agua y suelo, y afectando la biodiversidad existente en las áreas invadidas por el hombre (Mas *et al.*, 2004). Koneswaran y Nierenberg (2008), señalaron que acciones antropogénicas en las granjas han contribuido a incrementar varios problemas ambientales, contribuyendo con ello al calentamiento ambiental y a cambios climáticos que afectan la biodiversidad en el medio.

En nuestro país la ganadería bovina productora de carne se conforma principalmente de tres eslabones. En el primer eslabón (vaca-becerro) se presenta el empadre, concepción, nacimiento, amamantamiento y destete del becerro (Williams, 1998; Aban *et al.*, 2008). El segundo eslabón es el repasto de becerros después del destete a partir de los siete meses de edad, en pastoreo, cubriendo el desarrollo en el aspecto físico y sexual. En el caso de las hembras algunas se destinan para reemplazos y la mayoría de los machos se destinan para el abasto

(Plasse 1988; Plasse 2000). En el proceso de cambio de eslabón de destete al repasto los animales sufren cambios en el régimen de alimentación, de adaptación al nuevo manejo y de lugar, que provocan estrés (Rodríguez *et al.*, 2001), y como resultado se presentan bajos rendimientos y presencia de enfermedades (Lalman y Smith 2002; Lalman *et al.*, 2007; Boyles *et al.*, 2007). En el último eslabón de la cadena de bovinos carne, finalización o engorda en corral, los animales son sometidos a raciones altas en cereales buscando eficiencia, rendimiento y mejora en la calidad de la canal (Zorrilla, 2012).

La producción y venta de becerros al destete ha sido en los últimos años una buena fuente de ingreso para el sector ganadero, principalmente en los estados del norte. La atención a los becerros en el eslabón Vaca-cría contribuye a garantizar su desarrollo para que sean clínicamente sanos, y para asegurar el mercado tanto en el mercado nacional, así como en exportación hacia Estados Unidos. SAGARPA proyecta para el 2020, una exportación promedio anual de 1.3 millones de becerros (Zorrilla, 2012).

En México existe poca información sobre el manejo de becerros en las diferentes fases de desarrollo y producción. Los resultados presentes son bastante limitados y aislados, ya que sólo recomiendan inmunización e identificación en el becerro (Ávila y Mena 2010) o sólo se recomienda la suplementación predestete (Ibarra *et al.*, 2011; Guarneros, 2012), sin evaluar el efecto que esto tiene en la siguiente fase o sin tomar en cuenta el proceso de cambio de una fase a otra.

El presente estudio se realizó con el fin de evaluar el efecto que el acondicionamiento predestete y posdestete de becerros puede tener sobre su crecimiento y comportamiento productivo.

### **1. 1 Objetivo General**

Evaluar el efecto que el acondicionamiento antes del destete en becerros de ganado bovino productor de carne sobre su comportamiento post-destete, perfil metabólico, incidencia de enfermedades, así como su análisis económico en dos épocas del año (sequía y lluvias) en el trópico seco de México.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Evaluar el efecto que el acondicionamiento de los becerros tiene en el comportamiento de las vacas antes del destete en base a la ECC (Evaluación de la Condición Corporal) en dos épocas del año (sequía y lluvias).

Evaluar el comportamiento de los becerros antes del destete en base a ganancia diaria de peso, ganancia mensual y ganancia acumulada en dos épocas del año (sequía y lluvia).

Evaluar el efecto del acondicionamiento de becerros antes del destete, sobre la concentración de glucosa sanguínea en los diferentes periodos del estudio en dos épocas del año (sequía y lluvia).

Evaluar el efecto que el acondicionamiento de becerros antes del destete, tiene en la concentración de nitrógeno ureico en sangre en los diferentes periodos del estudio en dos épocas del año (sequía y lluvia).

Evaluar el efecto del acondicionamiento de becerros antes del destete, sobre la presencia y producción de anticuerpos pre y pos vacunales contra RIB y DVB en los diferentes períodos del estudio en dos épocas del año (sequía y lluvia).

Evaluar el efecto del acondicionamiento de becerros antes del destete sobre la incidencia de enfermedades de becerros en dos épocas del año (sequía y lluvia).

Analizar el efecto del acondicionamiento de becerros antes del destete de ganado bovino productor de carne sobre la rentabilidad económica post-destete.

### **1.3 Hipótesis**

El acondicionamiento de becerros realizado antes del destete mejora el comportamiento de los animales en ganancia diaria de peso, perfil metabólico, reduce la incidencia de enfermedades, mejora la producción de anticuerpos pre y postvacunales, así como contribuye a obtener mejores ingresos económicos con respecto a los becerros no acondicionados en las dos épocas del año (sequía y lluvia) en el trópico seco.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

A nivel mundial los países que destacan en el inventario de ganado vacuno son la India, Brasil y los Estados Unidos, conjuntando entre ellos cerca del 37% del inventario mundial (Figura 1). La región de América Latina y el Caribe, cuenta con el 26% del ganado bovino del mundo y el 8% de la población humana mundial. Actualmente en dicha área se tiene una creciente economía, lo que ha modificado el hábito de consumo (Cruz, 2006). México ha tenido del año 2001 a 2010, un crecimiento promedio anual de 0.68% de su inventario ganadero, que representa el 2% del inventario mundial (Figuras 1 y 2).

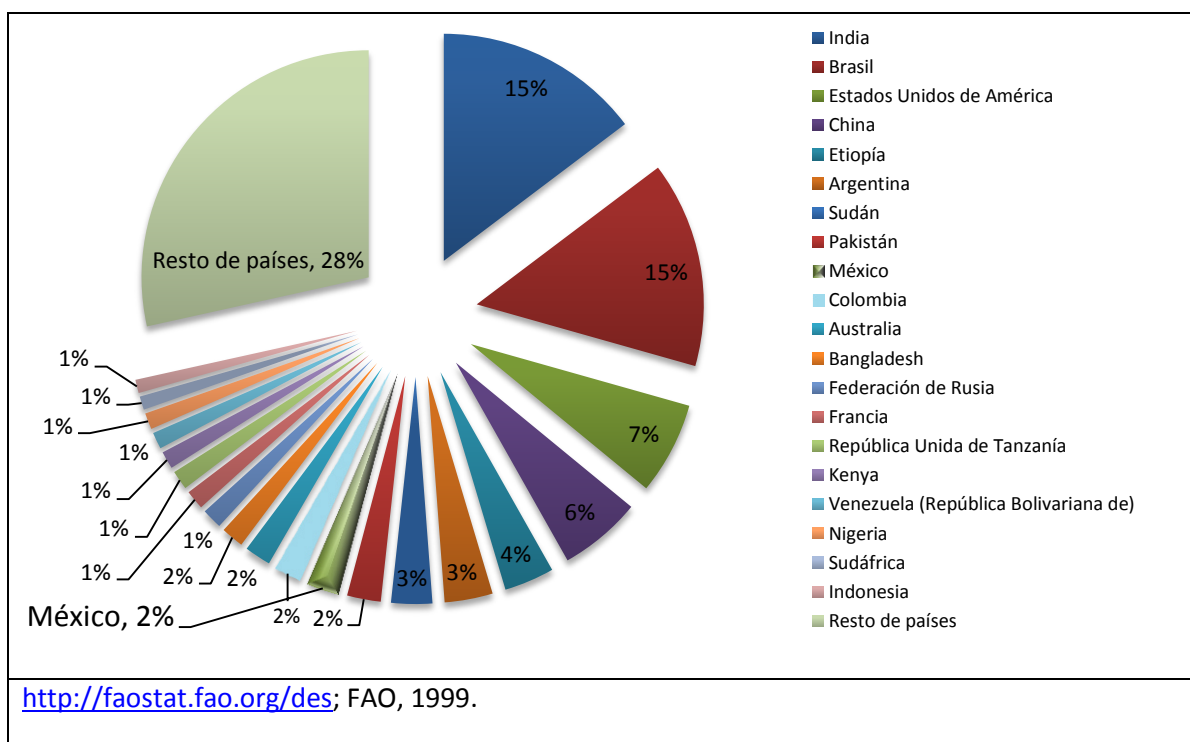


Figura 1. Existencias de ganado vacuno en los principales países del mundo, 2010.

En México las áreas tropicales secas y húmedas, constituyen aproximadamente el 25% del territorio nacional (INEGI, 2004). Estos terrenos cuentan con un gran potencial de desarrollo para la producción de ganado bovino (carne y leche), que podrían ayudar a cubrir la demanda nacional de carne y leche, ya que cuentan con buenos suelos, agua y recursos naturales de uso forrajero, así como una ganadería con potencial genético para su buen desarrollo y producción.

Sin embargo, cuando los potreros no se manejan adecuadamente, se provoca un daño ecológico, erosionando el suelo, reduciendo la producción del forraje, promoviendo la invasión de plantas indeseables, dando esto como resultado final una baja producción animal (Simpson y Conrad, 1993; Nicholson, 1998).

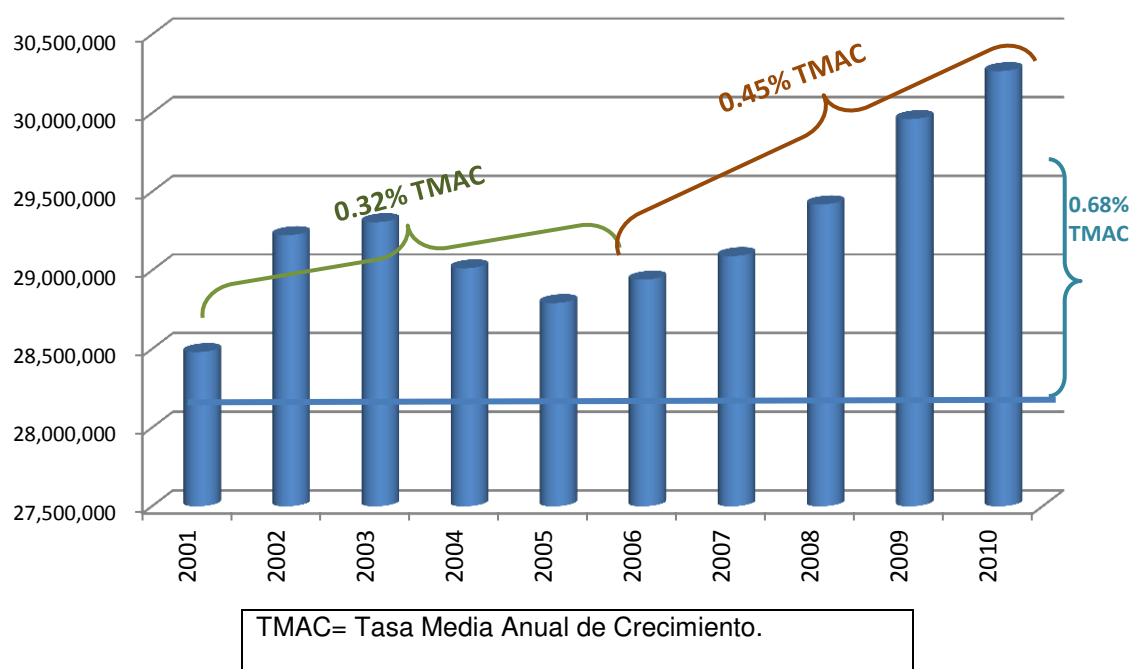


Figura 2. Inventario de ganado bovino productor de carne 2001-2010.

En la cadena productiva de bovinos carne existe una serie de factores que influyen en la producción animal, algunos de los que han sido atendidos por el hombre, se deben principalmente al mal manejo, provocando un desequilibrio en el entorno, afectando negativamente la producción animal. Otros factores van encaminados a solucionar la deficiencia en la producción con el incremento del número de animales (Magaña *et al.*, 2006), mientras que otros van enfocados a los aspectos reproductivos del hato (Osorio y Segura, 2002; Parra-Bracamontes *et al.*, 2005).

En México la cadena productiva en el sector primario presenta tres eslabones principales. El primero es el de vaca-becerro, cuyo principal producto de venta es el becerro al destete (Figura 3).



Figura 3. Cadena productiva bovinos carne en México.

En el segundo eslabón se tienen los productores que compran becerros y llevan a cabo el repasto o el desarrollo de becerros(as) por espacio de seis a doce meses. El tercer eslabón es la finalización de ganado, confinando a los animales por espacio de 90 a 120 días, dándoles una ración alta en grano y baja en forraje. Cada eslabón de la cadena productiva de bovinos de carne presenta diferente problemática (Estrada, 2008). La comprensión del proceso de crecimiento y los factores que lo regulan ayudaría a ser más eficientes en el proceso (Pereda *et al.*, 2005).

En muchos casos se concluye que la baja respuesta animal o pobre eficiencia reproductiva se debe a la mala condición corporal de los animales por falta de forrajes de buena calidad, el sobrepastoreo o una subalimentación del ganado (Delgado *et al.*, 2004; Estrada *et al.*, 2002).

En la Figura 4, se presenta la tasa de crecimiento en la producción de canales de ganado bovino de 1980 a 2013. Se presentan tres eventos importantes en la producción de ganado productor de carne que son en 1986 el ingreso al GATT con una producción de carne de 1,200,000 ton. En 1994, México entró al TLCN (Tratado de Libre Comercio en el Norte). En 1999, se establece en la política federal el programa de Alianza con un incremento de 0.8% anual en la producción de carne de bovino en México (SIAP, 2011).



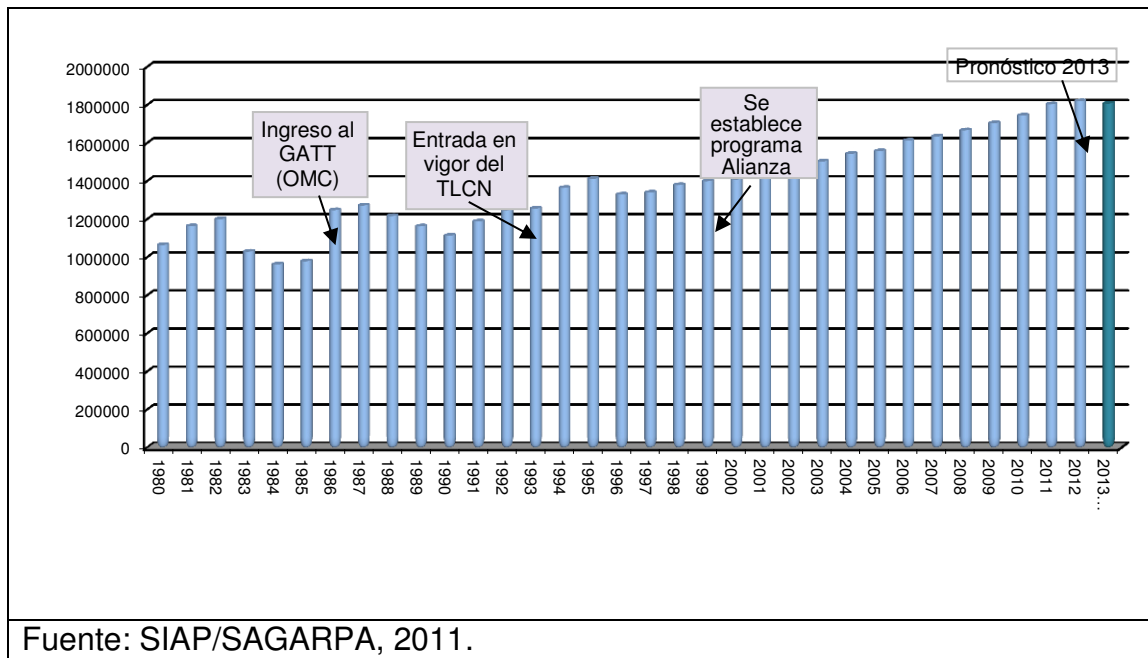


Figura 4. Producción de carne en canal de bovino (vaca) en México (1980-2011).

## 2.1 Sistemas de producción de bovinos en México

Améndola *et al.* (2005), clasificaron los sistemas de producción pecuarios que existen en México de la siguiente manera:

- Sistemas lecheros en la meseta y norte de México, ubicados en climas desde subhúmedo y templado húmedo hasta semi-árido y árido, considerada la producción como especializada, semi-especializada o familiar, la base genética es ganado de la raza Holstein.
- Sistema de doble propósito, esquema que domina en los trópicos húmedos y sub-húmedos en donde se produce leche y becerros destetados en forma

simultánea, con dominio de alguno de los productos en relación al precio, la estacionalidad climática, la genética, el manejo del pastoreo y de la alimentación, entre otros. En general se caracterizan por pobres indicadores biológicos y económicos (Magaña *et al.*, 2006; Palma, 2006).

- c) Sistema de vaca-cría en el trópico, una variante en esta área es solamente la producción de becerro, el cual, mayoritariamente se vende al destete, tanto para mercado nacional o internacional, en dependencia del tipo racial utilizado, este sistema también tiene pobres indicadores biológicos y económicos, manejados en forma extensiva (Magaña *et al.*, 2006).
- d) Sistema de vaca-cría en grandes extensiones de pastizales de la zona árida y semi-árida, este sistema se caracteriza por la producción de becerros al destete o becerro flaco de exportación a los Estados Unidos y/o para mercado nacional.
- e) Sistemas de producción de carne bovina en pastoreo en el área tropical, este tipo de actividad compite por demanda de becerros para la finalización en forma estabulada e intensiva, su principal limitante es la baja productividad en pastoreo.
- f) Sistema de producción de carne estabulada en forma intensiva, estos esquemas están modificando el tipo de carne requerido y la demanda del becerro tanto nacional como internacional, lo que ha sido motivo de dinamismo en el sector, dado que ha propiciado un incremento histórico en los últimos cinco años del precio del becerro al productor.
- g) Sistema de producción orgánica de bovinos, es una forma reciente de generación de productos de calidad diferenciada, con impacto favorable en

generación de carne de pastoreo, asociada o no a sistemas silvopastoriles. Este esquema conlleva la certificación de las empresas asociadas a este programa (Nahed-Toral *et al.*, 2013).

### **2. 1. 1 Algunos aspectos del medio ambiente que influyen en ganadería**

El clima afecta directa- e indirectamente al ganado, ya que modifica la calidad y/o cantidad de alimento disponible, las necesidades de agua y energía, y la cantidad de energía consumida y su uso.

Los animales para hacer frente a las condiciones adversas del clima alteran los mecanismos fisiológicos y de comportamiento con el fin de mantener su temperatura corporal dentro de un rango normal (Ariasa *et al.*, 2008). Como resultado, es posible observar los cambios en la ingesta de alimentos, el comportamiento y la productividad.

Estos cambios se magnifican en condiciones extremas de calor o frío, lo que implica una drástica reducción en los índices de producción, tales como la ganancia media diaria y la producción de leche. En la actualidad, un objetivo científico principal es la definición de los índices de estrés térmico como herramientas prácticas para el manejo de ganado bajo condiciones ambientales desfavorables (Ariasa *et al.*, 2008).

### **2. 1. 2 Condición corporal del ganado de carne**

Para determinar la Condición corporal del ganado de carne se cuenta con un patrón establecido al que se le han dado valores numéricos (Wagner *et al.*, 1988; Beverly, 1985; Selk *et al.*, 1986), de tal forma que permite unificar criterios comparables de evaluación en el tiempo y entre personas.

La evaluación de la condición corporal en ganadería de bovinos, provee una mejor descripción y una herramienta estandarizada en el monitoreo de las reservas de energía de las vacas. Al tener pocas reservas de energía, las vacas tienen mayores probabilidades de padecer enfermedades, desórdenes metabólicos, problemas reproductivos, reducción en la producción de leche y un retardo en alcanzar la pubertad y en el intervalo parto - concepción y, en general, se ha observado que muchos de los problemas reproductivos en la vaca productora de carne y de doble propósito pueden ser atribuidos a una inadecuada nutrición y a una mala condición corporal. Cuando se evalúa regularmente y de manera adecuada la condición corporal, se cuenta con información importante para tomar decisiones de manejo y alimentación (Saharrea *et al.*, 2006), tales como el ajuste periódico de las dietas en el ganado.

Utilizando una escala de condición corporal (BCS por sus siglas en inglés Body Condition Score) de 1 a 5, Buskirk *et al.* (1992), reportaron que por cada unidad de cambio de BCS eran aproximadamente 68 kg en vacas Angus maduras. Esto al convertirlo en la escala de 1 a 9 son aproximadamente 40 kg por punto. Sin embargo, el peso ajustado y el calculado para distintos periodos no fueron consistentes (Tennant *et al.*, 2002).

Una gran cantidad de investigaciones se han enfocado a estudiar el impacto de la nutrición sobre la reproducción. En condiciones de subalimentación, el principal problema es que la vaca no cicla durante la temporada de empadre, por lo que el intervalo entre partos se alarga al no quedar gestante la vaca.

Las vacas gestantes deben tener condición corporal de moderada a buena, es decir 6 o 7 en la escala de 9 (Houghton *et al.*, 1990). Tener el peso ideal o la condición corporal ideal durante la preñez permite proveer a la vaca de reservas energéticas adecuadas y nutrientes suficientes para el regreso al periodo de celo y para obtener porcentajes altos de preñez al momento del empadre. Este periodo de 90 días antes de la época de partos permitirá hacer modificaciones a los programas de alimentación para reducir o eliminar situaciones de anestro posparto o problemas de sobrevivencia en los becerros (Bull, 2010).

Una estrategia para mejorar la condición corporal en el ganado es el manejo del destete en el becerro. En este caso el destete temprano es una práctica de manejo que se considera para mejorar la condición corporal de la vaca (BCS), así como para apoyarla en condiciones de consumo voluntario de forraje disminuido, con el fin de incrementar la tasa de gestación y reducir el periodo de anestro posparto (Arthington y Minton, 2004). Arthington *et al.* (2005), señalan que becerros destetados precozmente y que se mantienen en el mismo lugar antes de ser embarcados, podrían ser más tolerantes a factores estresantes asociados con el transporte y su nuevo ingreso al corral de engorda.

Otra alternativa en este tipo de manejo del ganado es poner atención en el becerro lactante. En este caso se pueden presentar varias opciones, tales como el creep

feeding (Guarneros, 2012), que se puede utilizar para incrementar el peso al destete. Sin embargo, cuando se evalúa la eficiencia alimenticia manejando fuentes de energía, frecuentemente su respuesta es relativamente pobre. Por ello, los criadores de ganado vacuno deben considerar la situación individual o por unidad de producción de manera cuidadosa, antes de tomar la decisión de llevarla a cabo (Lardy y Maddock, 2007).

En México se ha tenido mucho auge en la exportación de becerros, principalmente participan los estados fronterizos del norte del país. De tal manera que se ha estado manejando algo de acondicionamiento de animales con algunas prácticas principalmente de alimentación (Jiménez *et al.*, 2015).

Considerando en forma conjunta a la vaca y su cría, algunos investigadores mencionan que un indicador directo en ganadería es el peso (kg) del becerro destetado por vaca expuesta al empadre, en el que se obtiene la eficiencia productiva (Cundiff *et al.*, 1992; Riley *et al.*, 2001). Este estimador es una variable compleja, tanto de la vaca como del becerro. La condición corporal y el estado reproductivo obtenidos en el estudio son variables complejas que combinan rasgos como habilidad materna, resultados de fertilidad, crecimiento del becerros del nacimiento hasta el destete (Martínez *et al.*, 2008).

### **2. 1. 3 Efecto de época de pariciones**

Muchos ganaderos han adoptado el sistema de pariciones en la temporada de la primavera. También existen otras alternativas, como las pariciones en verano, que podrían conducir a optimizar el recurso forrajero y la productividad del sistema

vaca-becerro. Al evaluar las dos temporadas de pariciones en esa región Nnamdi *et al.*, (2014) observaron una alta tasa de destete y mejores pesos en la temporada temprana, además de que se vio incrementada la productividad del sistema.

En las áreas tropicales de México se señala que entre los factores que afectan el estado reproductivo del ganado como la duración de la lactancia es la época del año (Choisis *et al.*, 1990), el número de parto de la vaca (Villegas-Carrasco y Román-Ponce, 1986) y el genotipo (Magaña, 1995; Hernández-Reyes *et al.*, 2001). En el trópico mexicano se han presentado mejores tasas de pariciones y altas producciones de leche en la temporada de lluvias y de nortes (Hernández-Reyes *et al.*, 2001).

#### **2. 1. 4 Aspectos del nacimiento al destete**

En el sistema de doble propósito en el trópico húmedo, en la etapa primaria de crecimiento del nacimiento al destete que es cuando el animal no se comporta totalmente como rumiante, el cambio de peso es relativamente lento. Esta etapa da paso a otra de crecimiento más rápido, que resulta ser mayor para machos que para hembras (de las Heras-Torres *et al.*, 2008).

#### **2. 1. 5 Efecto de raza en ganado para evaluar el comportamiento antes y después del destete**

Se han realizado diferentes estudios con el fin de evaluar el peso al destete, analizando la línea racial y sexo de los animales, así como las interacciones de

grupo racial con año y época de nacimiento. Martínez *et al.* (1998) observaron que los becerros nacidos en la temporada húmeda pesaron 13.6% más que los nacidos en la época seca. Al destete también tuvo efecto la época de nacimiento, siendo los animales nacidos en lluvias más pesados que los nacidos en época de seca (170.1 vs 149.8 kg). La diferencia entre el mejor y peor año fue de 25.2 kg (16.5%). Por otro lado, los machos superaron a las hembras en 12.8 kg (8.3%). Las vacas con edades entre 5 y 10 años destetaron los becerros más pesados. Hijos de vacas de 9 años superaron en 28.9 kg (19.4%) a los hijos de vacas de 12 o más años.

El crecimiento predestete (del nacimiento al destete), es una característica de importancia para la selección de bovinos de carne, especialmente porque constituye la base para evaluar la habilidad materna de la vaca productora de carne, además por la importancia económica que enmarca el sistema vaca-cría. Se conoce que en el trópico, el becerro alcanza el destete alrededor de los siete meses de edad, con aproximadamente el 40% de su peso final (Martínez *et al.*, 1998).

En Texas, (Cravey, 1996), se enfocó a evaluar becerros en un programa llamado “Edge Hi-Pro del Productor”, que consistía en destetar 45-50 días antes del embarque y vacunados dos veces contra enfermedades de las vías respiratorias y *P. haemolytica*. La respuesta fue favorable a los animales tratados con una ganancia diaria de 1.31 contra 1.17 kg para los no tratados. La conversión alimenticia fue mejor en el primer grupo con 5.98 contra 6.45 kg, por lo que los



animales pre acondicionados permanecieron 205 días en este sistema de manejo contra los 217 días que duraron los animales no tratados.

## **2. 1. 6 Inmunidad en becerros**

La inmunidad pasiva adquirida a través del consumo de calostro materno en terneros recién nacidos es fundamental para que proporcione las defensas necesarias para sobrevivir durante las primeras semanas y combatir los agentes patógenos a los que se ven expuestos (González y Bas, 1992).

Numerosos factores parecen influenciar la absorción de inmunoglobulinas (Ig) y, por ende, el nivel de inmunidad adquirida. Todos ellos parecen estar relacionados con la cantidad de calostro ingerido, la concentración de Ig calostrual, la edad al primer amamantamiento, el peso del ternero al nacimiento y el lugar y la época del año al nacimiento. El ternero absorbe las Ig a través de su intestino dentro de las primeras 24 horas de vida. Las células intestinales que absorben Ig y las transfieren al organismo son inmaduras al nacer. En este estado y de una manera no selectiva, captan grandes moléculas desde el calostro u otro material y las transfieren hacia la circulación general sistémica. Después de las 24 primeras horas de vida, el epitelio intestinal se modifica hacia un epitelio normal, no permeable a las proteínas o a otras grandes moléculas.

Cualquier situación de estrés reduce la capacidad de terneros para absorber Ig, aun cuando pudieran tener acceso a calostro durante las primeras horas de vida. Esto los hace susceptibles a contraer enfermedades, reduciendo su probabilidad

de sobrevivencia y alargando el periodo de crianza. El consumo adecuado de calostro disminuye la mortalidad en terneros.

Las investigaciones coinciden en señalar que terneros con bajos niveles de Ig tienen sólo un 30% de posibilidades de sobrevivencia al destete, en comparación con el 94% para terneros con niveles adecuados de Ig. En consecuencia, es fundamental concentrar todo el esfuerzo durante este periodo, por sobre las consideraciones de crecimiento o de ganancia de peso, con el solo objetivo de lograr una alta inmunidad y mantener el ternero en buenas condiciones de salud (González y Bas, 1992).

Cuando el sistema inmunitario no funciona, o la enfermedad afecta fuertemente en los animales, esto puede resultar riesgoso para la salud, puede salir muy costoso el tratamiento o afecta la calidad de la carne. Terneros con enfermedad respiratoria bovina (ERB) que requirieron más de un tratamiento, disminuyeron la calidad de la carne y resultaron en un pobre el retorno económico, pues no se desarrollaron adecuadamente (Hicks, 2006; Wagner *et al.*, 2006).

Una medida de conocer si el becerro recién nacido está protegido contra enfermedades es cuantificar el estado inmune pasivo antes y después del destete. Wittum y Perino (1995), reportaron la determinación de proteína plasmática (PP) y concentración de IgG señalando que la clasificación en el caso de las Inmunoglobulinas fue: adecuada ( $> 1600$  mg/dL), marginal (800 a 1600 mg/dL), o insuficiente ( $<800$  mg/dL). La concentración de proteínas de plasma se clasificó como adecuada ( $\geq 4,8$  g/dL) o inadecuada ( $<4,8$  g/dl).

Cuando un animal se enferma, la misión de tratamiento es apoyar su sistema inmunológico y permitir que el animal recupere su salud para que pueda alcanzar su potencial genético y nutricional. La selección y uso de medicamentos apropiados es una herramienta para el tratamiento, pero la medicación no reemplaza al sistema inmune del animal (Hicks, 2006; McNeill, 1999; Wagner *et al.*, 2006).

### **2. 1. 7 Enfermedad respiratoria bovina (por sus siglas en inglés, BRD)**

En la industria de la carne de bovino se presentan algunas enfermedades que afectan la ganadería bovina. Tal es el caso de la enfermedad respiratoria del bovino (BRD, Bovine Respiratory Disease por sus siglas en inglés). Babcock *et al.* (2009), observaron que animales con más semanas de tratamiento hasta el sacrificio para controlar la BRD, disminuyeron la ganancia diaria promedio y tuvieron más tratamientos comparados con animales tratados más cerca al tiempo de sacrificio.

La BRD es la enfermedad de los becerros económicamente más importante en los Estados Unidos. Se estima que los costos asociados con BRD, que incluyen tratamiento, prevención, morbilidad y mortalidad son de aproximadamente en pesos mexicanos \$181.00/animal enfermo (García *et al.*, 2010; Snowden *et al.*, 2006).

La enfermedad del complejo respiratorio bovino consiste en al menos tres entidades clínicas, las cuales afectan el tracto respiratorio secundario o afectan de manera generalizada al organismo como: 1).- Neumonía enzoótica de los

becerros, 2) Complejo de la fiebre de embarque y 3).- Pnevmonía atípica intersticial. Bajo esta situación se asocian bacteria, virus y otros microorganismos afectando al animal.

Martin (1983), señala que las enfermedades respiratorias son las principales causas de morbilidad, mortalidad y pérdidas económicas en el ganado de engorda y la mayoría de los casos de enfermedad respiratoria se observan en las primeras semanas después de su llegada a los corrales de engorda.

Duff y Galyean (2007) señalan que BRD es asociada con una alta morbilidad y mortalidad en los becerros, además de pérdidas asociadas en el rendimiento y el mérito de la canal que afectan a la industria de ganado de carne. Varios agentes virales/bacterianas son responsables de BRD, y las interacciones se producen entre los agentes. También mencionan que los programas de acondicionamiento de becerros incluyen vacunación predestete contra enfermedades virales, junto con la castración, lo cual podrían tener influencia significativa en la disminución de BRD en el ganado. Recomiendan que dada la limitada capacidad para modificar consistentemente la función inmune y la morbilidad a través de la manipulación de la dieta, se deban formular alimentos ajustando la concentración de nutrientes para una ingesta baja de alimento y proporcionar un buen periodo de recepción.

Holland *et al.* (2010), evaluaron a un grupo de novillonas con alta probabilidad de riesgo de BRD y que previamente habían permanecido acondicionados por 63 días. Dichos animales presentaron 57.6% de morbilidad y 8.6% de mortalidad y posteriormente los pasaron a corrales de engorda, en donde aquellos animales que habían sido afectados por la enfermedad durante el acondicionamiento

tuvieron una baja respuesta en el crecimiento. Al continuar sus estudios observaron que se requirieron menos de 20 días adicionales en el alimento en las novillas tratadas 3 veces para tener características de peso en la canal fueran similares a las de novillas que nunca habían sido tratadas. Por otro lado, la separación de los animales con múltiples tratamientos de BRD y su alimentación para finalizarlos presenta una canal aceptable y puede ser una estrategia viable para aumentar su valor.

## **2. 1. 8 Algunos conceptos relacionados con la producción de forraje y el clima**

La cantidad de precipitación y su distribución, nutrientes del suelo, la presencia de herbívoros y el fuego son los cuatro principales determinantes para el funcionamiento de la sabana tropical (Tothill y Mott, 1985).

La época de lluvias y el estatus de nutrientes en el suelo son la clave de los factores que afectan la producción primaria (Burke *et al.*, 1990). Hay algunas evidencias que indican que la predicción en la variedad de consumo en diferentes hábitats (Moore, 1999), depende de su potencial productivo (McNaughton *et al.*, 1989). Principalmente los consumos de energía de los herbívoros son asociados con la temporada de lluvias y por la inferencia con la productividad primaria (Stokka, 2010). La influencia de los nutrientes en la precipitación y la disponibilidad de agua y por lo tanto en la producción primaria neta.

La relación entre la productividad vegetal y las propiedades climáticas, principalmente la precipitación y temperatura, y su interacción con la textura del

suelo ha sido examinado por varios investigadores (Burke *et al.*, 1989). La distribución de la precipitación puede también tener significativa influencia en la producción ganadera (Sala *et al.*, 1988).

Los efectos que la cantidad y la distribución de lluvia, y la intensidad de pastoreo, tienen sobre la producción primaria de forraje y de los animales herbívoros en la sabana del trópico seco, fueron correlacionados de acuerdo a la temporada de lluvia anual (Pandey y Singh, 1992).

Améndola *et al.* (2005), señalan que en el trópico mexicano se tiene una serie de pastos caracterizados por tener una alta producción de forraje. Sin embargo, en época seca se vuelven poco digestibles y con una baja concentración de proteína. A continuación se describirán solo dos de ellos con la idea de referirnos a las gramíneas que se emplearon en este estudio. Estos pastos son: estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*, *C. plectostachyus*) y Guinea (*Megathyrsus máximum*).

El zacate estrella de África se caracteriza por ser una estolonífera robusta con raíces profundas. Las diferencias morfológicas entre variedades van de tallos de 40 cm de altura y 1-1.5 mm de diámetro con hojas de 2 a 5 mm de ancho, hasta tallos de 90 cm de altura y 2.3 mm de diámetro con hojas de 5 a 6 mm de ancho. Poseen una amplia adaptación a diferentes condiciones de suelo con pH entre 4.5 y 8 y de precipitación (usualmente entre 500 y 1,500 mm). Son muy resistentes a la sequía y no toleran el mal drenaje. Se le encuentra hasta 2300 msnm con amplia zona de adaptación térmica, con temperatura media anual entre 20 y 27°C. Otra característica es que tolera pastoreo muy intenso. Se recomiendan períodos

de descanso no mayores a 4-5 semanas y forraje residual de 15-25 cm de altura (Hernández, 1981).

El zacate Guinea es la variedad más antigua en México de la especie (*Megathyrsus maximum*). Actualmente hay dos híbridos interespecíficos de la especie conocidos como las variedades Tanzania y Mombasa. Estas, pueden formar macollos grandes y alcanzar alturas mayores a 1.5 m, aunque se puede manejar más corto para mantener calidad y praderas más cerradas. Se le puede usar para pastoreo, ensilaje o henificación. Prefiere suelos bien drenados y fértiles, tolera acidez pero no anegamiento o salinidad. Prefiere precipitaciones mayores a 1000 mm y secas no mayores a 5 meses. Ocurre en altitudes de 0 hasta 2000 msnm. No soporta pastoreos frecuentes y rasantes. Se le deben dejar descansos de 4 semanas y alturas residuales mayores a 30 cm. Sus ventajas son la alta proporción de hoja, alta productividad y calidad y la diversidad de usos. Sus desventajas son los requerimientos de fertilidad y falta de tolerancia al sobrepastoreo. El pasto Mombasa Guinea debe de tener una altura de 90 a 100 cm al iniciar la época del pastoreo. Su calidad nutricional debe ser mayor que la del pasto Tanzania guinea que es de 70-75 cm de altura al inicio del pastoreo. Este zacate tiene también mayor tolerancia a suelos ácidos y produce mejor ensilado, aunque la resistencia de Tanzania al salivazo es mayor y es algo más fácil de manejar con 25-30 cm de residual, frente a 30-40 cm de Mombasa (Améndola *et al.*, 2005).

### **2. 1. 9 Respuesta de los bovinos en pastoreo en áreas tropicales**

El ganado bovino es una especie que a través del pastoreo de forrajes nativos e introducidos en pastizales y praderas convierte de manera eficiente la energía no digestible en formas disponibles para el consumo humano: leche, carne, y piel entre otras cosas (Rinehart, 2008). En este caso la actividad ganadera participa en el negocio de producir carne convirtiendo recursos naturales como luz solar, agua, y dióxido de carbono en fuentes de alimentación humana de alta calidad (Lalman *et al.*, 2010).

Rinehart (2008), menciona que la composición nutricional del forraje cambia dependiendo de la madurez de la planta, especie, estación, humedad, y sistema de pastoreo. La suplementación puede ser necesaria cuando la disponibilidad del forraje es baja, por ser el pasto demasiado maduro, en estado de latencia, o si los requerimientos animales lo exigen (en animales con elevada producción de leche).

El contenido de proteína decrece al aumentar la edad del pasto. Generalmente, el corte incrementa el contenido de proteína del forraje, debido a que remueve el tejido maduro y el rebrote lo reemplaza con tejido joven más nutritivo. Existe una correlación negativa entre rendimiento de materia seca y contenido de N del forraje. El momento adecuado de cosecha por corte o pastoreo representa un reto desde el punto de vista de manejo. Se busca que el aumento en el contenido de N compense la reducción en la producción de materia seca para maximizar la producción de proteína (Bernal y Espinosa 2003).



En resumen, cuando se busca mantener una producción de forraje uniforme y de alta calidad, se debe manejar las especies forrajeras de acuerdo a su morfología, ya sea cuando se cultivan solas o en mezclas. Algunas plantas forrajeras se pueden pastorear en forma continua y se obtienen pocas ventajas cuando se manejan en rotación (Bernal y Espinosa 2003).

Poppi y McLenan (1995), mencionan que la baja ganancia de peso del ganado en la temporada de lluvias de las zonas tropicales se identificó como una de las principales limitantes para cumplir con las especificaciones de mercado de los becerros jóvenes con alto peso de la canal.

El problema con las leguminosas y algunas gramíneas es la pérdida de proteína, y que deben aumentar el suministro de energía para el rumen, ya sea mediante la mejora de la digestibilidad o suplementos de energía (Poppi y McLenan 1995).

En el trópico húmedo mexicano la ganancia diaria de peso en becerros Suizo-Cebú que pastaron estrella de África (*C. plectostachyus*) fueron de 678 g/día (Cabrera *et al.*, 2005). En la Huasteca Veracruzana, con en el mismo pasto y toretes Suizo-Cebú, se tuvieron ganancias de peso diarias de 575 g (Pérez *et al.*, 2001).

## **2. 1. 10 Uso de suplementos en becerros durante la época seca**

Muchas investigaciones se han realizado para conocer y estudiar la reducción del peso vivo que se produce durante la estación seca. Esto se ha centrado principalmente en la administración de suplementos, por ejemplo, usando urea, melaza (Foster y Blight 1984), el uso de alimentos alternativos como la avena o

Leucaena (Winter *et al.*, 1991), y la reducción de los requisitos de mantenimiento, por ejemplo, con acetato de trembolona (Heredia *et al.*, 2015).

Bavera y Peñafort (2006), señalan que no es aconsejable suplementar con el único objetivo de obtener elevados engordes en los terneros que luego serán recriados e invernados sobre pasturas por el mismo propietario, ya que se pierde el efecto del crecimiento compensatorio. En cambio, sí es aconsejable engordar rápidamente a corral con ración, ya que los terneros a los que se les ha realizado esta alimentación diferenciada se terminan para mercado en menor tiempo.

Bavera y Peñafort (2006) mencionan que el suplemento a suministrar debe contener los nutrientes necesarios para satisfacer los requerimientos de los terneros en energía, proteínas y minerales. Se considera necesario que contenga un mínimo de 70% de TND, 15 a 19% de proteína digestible o alrededor de 18 a 22% de proteína cruda, según la edad del ternero (a menor edad mayor porcentaje de proteína), con muy poco o nada de nitrógeno no proteico adicionado a la dieta, pero sí con el agregado de los minerales que se considere necesario. Es fundamental que sea una ración de alta palatabilidad, para inducir al ternero a consumirla desde edad temprana.

Moore *et al.* (1999) llevaron a cabo un análisis de 66 evaluaciones y 126 tipos de forrajes para estudiar el efecto de la suplementación en becerros no lactantes. Los suplementos no aumentaron la ganancia en todos casos, pues no estaban estrechamente relacionados con la ingesta de TDN (Total de nutrientes digestibles). Se observaron menos aumentos en la GDP en aquellos forrajes

nativos complementados con melaza sola o con bajo consumo de melaza que contienen altos niveles de NNP (urea).

El efecto de la suplementación energética sobre el aprovechamiento de los nutrientes y la cinética de la urea, fueron evaluados por un grupo de investigadores, en cuanto que la suplementación con glucosa llevó a más absorción microbiana y menor cantidad de urea reciclada que en animales suplementados con AGV's (ácidos grasos volátiles). La falta de efectos del tratamiento sobre la producción de urea indica que las dietas completas no proporcionaron cantidades excesivas de N (nitrógeno) y que los AA (aminoácidos) disponibles en el intestino fueron utilizados de manera eficiente por el ganado para la deposición de proteínas (Bailey *et al.*, 2012).

En ocasiones los suplementos energéticos que se manejan en animales en pastoreo ayudan a incrementar la carga animal hasta un tercio de su nivel sin suplementación, y mejorar la ganancia de peso hasta en 150 g/animal/día (Horn *et al.*, 1995).

Horn y McCollum (1987) sugirieron que la ingesta de suplementos de granos a niveles de 30 g/kg de peso metabólico no altera en gran medida el consumo de forraje o la función del rumen. Así también lo confirmaron Matejovsky y Sanson (1995), quienes utilizaron como suplemento maíz en niveles de 0.25% de peso vivo, sin afectar el consumo de forraje en los animales. Osuna *et al.* (1996) estudiaron diferentes niveles de concentración de energía sin encontrar efectos en el consumo de forraje henificado. En general, concentrados suplementados para ganado pueden ser aplicados en cantidades de hasta aproximadamente 30 g/kg

de peso corporal metabólico, sin afectar el consumo de forraje (Horn y McCollum, 1987).

## **2. 2 Acondicionamiento**

Diferentes estudios han demostrado que la pérdida de peso es eminente cuando se desteta un becerro y este proceso continúa por varios días, lo cual se debe a varios factores, tales como el volumen de producción de leche de la vaca, la cantidad y disponibilidad de alimento disponible. Lo ideal es que el becerro destetado no pierda peso y llegue hasta la etapa de finalización sin contratiempo (Wieringa *et al.*, 1974).

En Estados Unidos, la industria de la carne acuñó el término “Beef cattle preconditioning” (acondicionamiento) denominando generalmente a las prácticas implementadas alrededor del destete para optimizar el sistema inmune, el estado nutricional de los terneros y reducir al mínimo el estrés que el destete provoca en el becerro.

El acondicionamiento no es solo una nueva recomendación en la industria de la carne en los Estados Unidos, sino que en los últimos años ha recibido gran importancia en el sistema vaca-becerro, porque da valor agregado a los becerros y fortalece los programas y garantizan la calidad de la carne, y en general promueven alianzas estratégicas en la industria de la carne bovina (Dhuyvetter, 2004a, b).

### **2. 2. 1 Prácticas que se realizan en el acondicionamiento**

Los programas de acondicionamiento convencionales incluyen algunas prácticas como: vacunación contra clostridios y enfermedades respiratorias, control de parásitos, castración y descorne. Estos programas también incluyen habitualmente que los terneros se desteten al menos tres semanas antes de ser embarcados y además sean acostumbrados a comer en comedero y tener acceso a un abrevadero. El propósito de esta práctica es reducir la tensión del becerro en el destete, mejorar el sistema inmune, y mejorar el comportamiento para las próximas fases de alimentación.

El número de prácticas a desarrollar en el acondicionamiento han sido estudiadas por diferentes investigadores. Peterson *et al.* (1989a), sometieron a diferentes grupos de animales productores de carne evaluando la castración y el descorne, así como la inmunización (vacuna) simultáneamente 4 semanas antes del destete, mientras que a otros les aplicaron estas prácticas a diferentes tiempos. Animales del primer grupo tuvieron una mayor ganancia diaria de peso que el segundo grupo. Por lo que concluyeron que en aquellos animales donde la frecuencia del estrés fue menor tuvieron un mejor comportamiento.

Peterson *et al.* (1989b), definen el acondicionamiento como las prácticas que se realizan en el becerro antes que este sea destetado como descorne, vacunaciones, desparasitaciones y otras antes de mandarlo a los corrales de engorda.

### **2. 2. 2 Principal objetivo del acondicionamiento**

El objetivo del acondicionamiento es preparar a los becerros para incorporarlos a un programa de repasto o para entrar directamente a un área con forraje para finalizarlos.

Aunque los aspectos específicos de diversos programas de acondicionamiento varíen, todos incluyen un protocolo de salud y las prácticas de gestión aplicadas alrededor de la época del destete para mejorar el estado de salud del becerro antes de ella se exponga a los factores de ansiedad y a los patógenos subsecuentes.

En el estado de Iowa se tienen reportes de primeras ventas de animales acondicionados desde 1965 (Tindall, 1983); sin embargo Lalman *et al.* (2010) señalan que es fecha en que todavía se discuten algunos puntos principalmente sobre rentabilidad del acondicionamiento por los aspectos económicos de los productos que se utilizan.

En cuanto a la alimentación, se recomienda utilizar raciones con niveles crecientes de energía para asegurar altos incrementos diarios de peso, consumo de M.S. y mejorar la eficiencia alimenticia comparada con dietas bajas en energía (Dhuyvetter *et al.*, 2005).

### **2. 2. 3 Enfoque del acondicionamiento**

Avent *et al.* (2004), señalan que el acondicionamiento provee beneficios a los ganaderos del sistema vaca-becerro y le da un valor agregado a los compradores

de ganado para finalización. Algunos programas de acondicionamiento varían en el nombre y requerimientos administrativos.

De acuerdo a Avent *et al.* (2004), el programa VAC-45 requiere unos 45 días posdestete, con un apropiado programa nutricional y de alimentación en pesebre, apegado a la buena salud, descorne y castración de animales machos. Mathis *et al.* (2008b) señalan que en el programa de acondicionamiento VCA-45, puede haber una gran variación en la respuesta de los animales a la entrada y en el desempeño que los terneros tengan durante el periodo post-destete de 45 días.

Investigadores de la Unión Americana mencionan que los programas de acondicionamiento no son nuevos, pero el interés en ellos ha aumentado considerablemente durante los últimos años, por la respuesta que se tiene a largo plazo. Como lo señalan Avent *et al.* (2004), los terneros acondicionados son más saludables y reforzaron su sistema inmune, por lo que los animales adquieren más valor por parte de los compradores de ganado.

Lalman *et al.* (2010), señalaron que en las operaciones ganaderas en el estado americano de Oklahoma, los programas de acondicionamiento de becerros variaron fuertemente, debido a los recursos disponibles, especies forrajeras, y sistema de administración, lo cual dificulta la conveniencia de revisar qué programa de acondicionamiento nutricional puede ser aplicado.

Lalman y Smith (2001), señalan que como principal resultado del acondicionamiento se tiene el valor agregado que adquiere el becerro en el sistema de producción. Este valor agregado se basa en la reducción de animales

enfermos y costos por este concepto, además de que mejora el desempeño del ganado con respecto a incremento en la ganancia de peso y eficiencia alimenticia. Lalman *et al.* (2010), mencionan que cualquier práctica que reduzca el estrés en los becerros durante los primeros días después del destete, reducirán el riesgo de enfermedades, mejorará la ganancia de peso, minimizará el desgaste de las instalaciones y hará más eficiente el trabajo de las personas.

#### **2. 2. 4 Evaluación de diferentes protocolos**

El acondicionamiento (preconditioning) es la aplicación de diferentes prácticas que ayudan al control de parásitos, aplicación de vitaminas liposoluble, suplementación e inmunización contra enfermedades. Estas prácticas aplicadas a los animales antes del destete, ayudan a disminuir el estrés, reducen la incidencia de enfermedades, y mejoran el comportamiento de los animales para que pasen a la siguiente fase (Lalman *et al.*, 2005). Sin embargo, en México la información al respecto es muy limitada y bastante aislada. Se presentan resultados donde sólo recomiendan inmunización e identificación en el becerro (Ibarra *et al.*, 2011) o en donde sólo recomiendan la suplementación predestete (Guarneros 2012; Zorrilla y Palma 2010), sin evaluar el efecto de la siguiente fase o sin tomar en cuenta el proceso de cambio de una fase a otra.

Karren *et al.* (1987) evaluaron durante dos años consecutivos el efecto de dos grupos de acondicionamiento en becerros productores de carne: 1.- acondicionamiento (PC) y 2.- acondicionamiento regular (RG), procediendo también a formar subgrupos de acondicionamiento: destete temprano a 30 y 40



días antes de enviarlos a los corrales de engorda (PC30) y (PC40), respectivamente. La respuesta de los animales con presencia de enfermedades fue para PC30 de 13,7% inferior a los terneros RG en el primer año. Con respecto a la rentabilidad, el punto de equilibrio en terneros acondicionados varió 5 centavos para el grupo PC30 y 11 centavos para el grupo PC42. El costo del acondicionamiento en pesos mexicanos osciló entre \$385.00 y \$504.00 por animal, para los terneros PC30; y de \$545.00 a \$638.00/ternero para PC42.

Para conocer el efecto del acondicionamiento sobre la salud de los animales y su desarrollo, Step *et al.* (2008), evaluaron diferentes protocolos de acondicionamiento en becerros de diferentes fuentes de abasto. Un grupo de animales provenían de un solo rancho y otro del mercado de subastas, los cuales se sometieron a diferentes protocolos identificándolos de la siguiente manera: WEAN, fueron destetados e inmediatamente enviados a un corral de engorde; WEAN45, destetados en el rancho durante 45 días antes de enviar y no fueron vacunados; Los del grupo WEANVAC45 fueron destetados, vacunados con la vacuna de virus vivo modificado y se mantuvieron en el rancho durante 45 días antes de ser enviados al corral. La respuesta fue que los becerros de los grupos WEAN45 y WEANVAC45 tuvieron menos costos en problemas de salud que los que venían del grupo WEAN o de las subastas. Por otro lado, cuando los terneros vienen de una sola fuente y se mantienen en el rancho durante 45 días post-destete presentan una menor morbilidad y menos costos de salud durante el periodo de recepción en el corral de engorde de ganado que cuando se mezclen inmediatamente después del destete.

### **2. 2. 5 Respuesta del acondicionamiento en ganancia diaria de peso**

Avent *et al.* (2004) reportaron que en becerros productores de carne y acondicionados, la ganancia diaria de peso fue de 1.32 kg mientras que para el testigo fue de 1.14 kg. Esto representó un 15.8% más de incremento de peso que en aquellos animales donde no se les hizo ningún manejo.

Mathis *et al.* (2008a), señalan estudios en que los animales pertenecientes a la Asociación de Gerentes de Corrales de Engorda de Texas (Texas Cattle Feeders Association Feedlot Managers), en que los animales acondicionados mejoraron la ganancia diaria de peso, y redujeron la tasa de animales enfermos y muertos. Para el caso de la ganancia diaria de peso, la diferencia a favor de los animales acondicionados con respecto a los no acondicionados fue de 11.9%. La tasa de animales enfermos fue más alta para el grupo testigo con 36.4% contra el grupo acondicionado, que fue de 9.2%. La incidencia de animales muertos se incrementó en el grupo de becerros sin acondicionar respecto al grupo de los becerros acondicionados, de 1.5 a 4.3%.

### **2. 2. 6 Rentabilidad del acondicionamiento**

La práctica del acondicionamiento es una tecnología que reduce los costos de la industria en tratamiento de becerros enfermos, estimados aproximadamente en pesos mexicanos de \$455.00 por cabeza/año (Lalman y Smith, 2001). Sin embargo, señalan que el acondicionamiento cuesta a los dueños de la vaca-becerro, cerca de \$780.00/cabeza (Avent *et al.*, 2004; Duff y Galyean 2007). Debido a ello, para la comercialización de un becerro acondicionado el ganadero

recibe un mejor precio al destete en ciertas épocas del año (Dhuyvetter *et al.*, 2005). De esta manera se presentan compradores dispuestos a pagar un cierto premio por becerros acondicionados, pero por sí mismo, no se cubren los costos del acondicionado.

Lalman y Smith (2001) concluyen: "Siendo conservadores, el acondicionamiento puede ayudar a obtener un ingreso adicional de \$648.00 a \$973.00/cabeza adicional al valor del destete hasta la fase de envío, en comparación con un sistema de producción donde después del destete no realizan la vacunación, y otras prácticas asociadas con el acondicionamiento".

Dhuyvetter (2004a) analizó la rentabilidad del acondicionamiento de becerros, desde la perspectiva del ganadero del sistema vaca-becerro de acondicionar terneros y luego venderlos. En este caso parece que el acondicionamiento es una estrategia de gestión que habría que considerar, ya que puede añadir valor comparado con la simple venta de los terneros al destete. Sin embargo, este valor añadido depende de recibir un mejor precio de los terneros y por lo tanto los productores pueden tener que cambiar la forma en que han comercializado sus crías si deciden acondicionarlos.

Dhuyvetter (2004b) señala que se pagan precios más altos por el ganado acondicionado y que parece estar económicamente justificado, por lo que aseguran que el ganado termina en corrales de engorde. En realidad, los datos limitados disponibles sugieren que los compradores de ganado podrían pagar precios ligeramente más altos para el ganado acondicionado.

Gardner *et al.* (1996), reportaron que el costo asociado con la morbilidad es el factor más importante determinar la rentabilidad del proceso de engorda. Rayburn *et al.* (2006) señalan que el rendimiento de la práctica de acondicionamiento antes del destete puede ser rentable cuando la administración de pastura está asegurada, así como adecuada la cantidad y el valor nutritivo y el suplementos se utilizan juiciosamente en relación a su costo y el valor de la ganancia.

El aspecto económico de rentabilidad de animales afectados por BRD, es importante (Holland *et al.*, 2010). Existen reportes de costos relacionados con el número de tratamientos por BRD en terneros; en aquellos tratados una vez hubo un gasto de \$40.64, tratados dos veces \$58,35, y en aquellos tratados 3 o más veces el costo fue de \$291.93, mayor al de los animales que no fueron tratados (Fulton *et al.*, 2002). Lalman *et al.* (2005) y Mathis *et al.* (2008a), estudiaron la tasa de morbilidad y mortandad en becerros acondicionados y no acondicionados, así como el costo que se tiene cuando se tratan becerros enfermos de acuerdo a los gastos de medicamentos veterinarios. En los terneros acondicionados se redujo la tasa de morbilidad a un 22.4%, mientras que la tasa de mortandad bajó un 2.3%. En el caso de los becerros no acondicionados se tuvo un gasto de \$300.00 por animal tratado. Esta respuesta negativa de los animales no acondicionados repercute en el costo financiero de los productores.

### **2. 2. 7 Salud y bienestar de los becerros en el acondicionamiento**

Thrift y Thrift (2011) mencionan que el acondicionamiento se diseñó para reducir la incidencia de IBR, incrementando la inmunidad del becerro al prepararlo para el

estrés del destete y de la movilización a los otros ciclos de producción en bovinos de carne. La industria de la carne de los Estados Unidos señala a la enfermedad IBR como el principal problema que afecta a los becerros, pues incrementa la morbilidad y mortalidad en el ganado (Clark *et al.*, 2006; Griffin *et al.*, 2010; Schneider *et al.*, 2010).

En el caso de los animales no acondicionados, los becerros tratados más de una vez tuvieron un 12% menos ganancia diaria de peso (Roeber *et al.*, 2001). Otros estudios señalan el efecto negativo de IBR sobre el comportamiento productivo cuando están en corrales de engorda, afectando la calidad de la canal (Waggoner *et al.*, 2007; Brooks *et al.*, 2010), o bien aspectos reproductivos en ganado de cría (Larsosn, 1994).

## **2. 2. 8 Consideraciones**

En base a lo anterior, una estrategia para fortalecer la cadena bovinos carne en nuestro país es poner mucha atención en cada uno de los eslabones, así como en los procesos de transición que tiene el becerro para pasar de un eslabón a otro. Un área de oportunidad consiste en aprovechar el gran potencial que existe en las regiones del trópico húmedo y seco del país, pues en ellas se obtiene más del 35% de la producción nacional (Dhuyvetter *et al.*, 2005).

Por otro lado, los ganaderos de los estados fronterizos de México tienen la oportunidad de preparar los becerros antes de venderlos para su exportación hacia Estados Unidos. Una posibilidad consiste en realizar el acondicionamiento de becerros antes de exportarlos.

Aquellos ganaderos que mantienen sus animales durante los siguientes procesos de desarrollo y finalización (repasto y finalización), tienen la oportunidad de seguir desarrollando sus animales con buenos rendimientos en producción. Terneros que provienen de un periodo de subalimentación, podrían presentar retraso en el crecimiento, y a menudo logran ganancias en la engorda menos eficientes que las de terneros que no han tenido desbalances nutricionales y que inmediatamente continúan la engorda después del destete (Owens 1993).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Tres experimentos se realizaron (dos en la época seca y uno en la época de lluvias). Los estudios se realizaron en dos ranchos comerciales del municipio de Aldama, Tamps., en el Rancho “Don Enrique” y en el Rancho “Laguna Colorada”. En el rancho “Don Enrique”, ubicado en el km 37 de la carretera Aldama-Barra del Tordo, interior 7, (coordenadas N 23°03'23.64" y O 97°49'11.00") y a 15 msnm (Figura 5), se realizaron dos experimentos para evaluar los tratamientos durante la temporada de sequía (enero a mayo 2012 y 2013).



Figura 5 Localización del Rancho “Don Enrique”, N 23°03'23.64" y a O 97°49'11.00".

En el segundo rancho “Laguna Colorada”, ubicado en el km 23 de la carretera Estación Manuel-Aldama, Tamps., interior 19, con las coordenadas: N

23°00'32.88" y O 98°10'07.60", y situado a 232 msnm (Figura 6), se evaluó el efecto del acondicionamiento en la época de lluvias del 2012.



Figura 6 Localización del Rancho “Laguna Colorada”, a 23°00'32.88" N y a 98°10'07.60" O.

El clima que domina esta región es semicálido subhúmedo clasificado como A(C)W<sub>1</sub> (García, 1981), con promedios de temperatura y precipitación pluvial anual de 28° C y 800 mm, respectivamente.

### 3. 1 Tipo y características de los animales

En ambos ranchos se tienen empadres controlados y se registran fechas de parto, así como peso de los animales al nacer y al destete. Al inicio de cada estudio se tuvieron entre 300 y 400 vacas paridas con sus becerros, para seleccionar los 96



animales próximos al destete, y conformar los dos grupos experimentales. Los 96 becerros lactantes de seis meses de edad fueron de la craza de Simmental x Cebú, nacidos en los meses de invierno de 2012 y 2013 para la evaluación de la época seca, y en los meses de mayo y junio de 2012, para la evaluación de la época de lluvias.

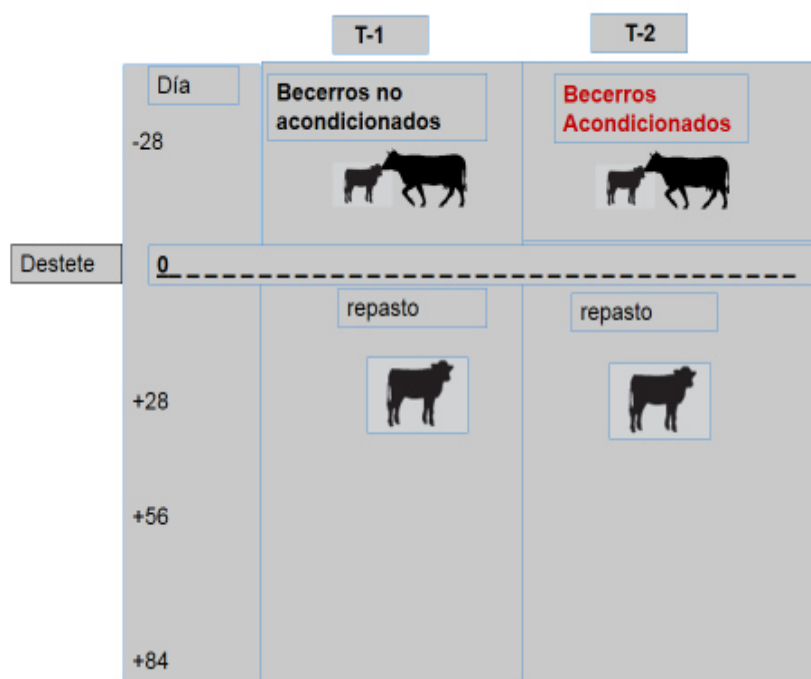


Figura 7 Tratamientos manejados en los tres estudios, distribución de los tiempos (días) para el pesaje, muestreo y evaluación del ganado.

En cada experimento los becerros fueron identificados individualmente y 16 animales (7 machos y 9 hembras) fueron asignados aleatoriamente a los tratamientos: T1 = testigo sin acondicionamiento; T2 = becerros acondicionados

desde el día -28 con respecto al destete, hasta el día 84 postdestete. La Figura 7 muestra los tiempos para el pesaje, muestreo y evaluación de los animales.

### **3. 2 Al inicio de cada estudio**

Los becerros junto con sus madres fueron ayunados de agua y alimento de 12 a 14 horas. Los becerros y sus madres se seleccionaron aleatoriamente para ser asignados a uno de los dos tratamientos. El pesaje de los animales se realizó con una báscula electrónica TRU TEST, (modelo 700, Econo test, Auckland, New Zealand), instalada en la manga (cattle chute) del corral el día del muestreo. Una vez instalado el experimento con los tratamientos, los animales se ubicaron en el área de estudio.

### **3. 3 Acondicionamiento de becerros**

El acondicionamiento para los animales del tratamiento 2, consistió en aplicar prácticas de desparasitación interna y externa, aplicación de vitaminas A, D, y E y suplementación a los becerros, además de vacunarlos contra carbón sintomático, edema maligno y septicemia hemorrágica. Estas prácticas se realizaron con la metodología para cada una se describe a continuación:

#### **3. 3. 1 Desparasitación**

Esta práctica se realizó sometiendo a los becerros de manera individual a una prensa ganadera, donde se aplicó un desparasitante a base de ivermectina al 1%. Cada mL contiene: Ivermectina 10 mg. Su presentación es una solución estéril

inyectable, su aplicación es vía subcutánea (s.c.) a razón de 1 ml/50 kg de peso corporal, aplicada en la tabla del cuello, para el control de parasitosis interna (nemátodos gastrointestinales y pulmonares), así como parásitos externos como garrapata (*Boophilus microplus*), ácaros de sarna y piojos de los bovinos.

### **3. 3. 2 Aplicación de vitaminas**

La aplicación de vitaminas se realizó utilizando un producto comercial a base de vitaminas A, D y E, el cual contenía 500,000 U.I. de Vitamina A; 75,000 U.I. de Vitamina D<sub>3</sub>; y 50 U.I. de Vitamina E por cada ml. Es inyectable, eficaz en el tratamiento y prevención de deficiencias de vitaminas (A, D<sub>3</sub> y E). Ayuda a evitar el raquitismo, así como enfermedades de curso crónico tales como tuberculosis, artritis y reumatoides. Coadyuva a reducir el estrés por estos problemas, ayuda en el desarrollo y crecimiento de animales jóvenes, y favorece el buen funcionamiento del ciclo reproductivo (fertilidad) de las hembras. Estas vitaminas fueron aplicadas vía intramuscular (i.m.) en la parte izquierda del cuello del animal, a una dosis de 2 ml de la solución para cada animal.

### **3. 3. 3 Protección contra Carbón sintomático o mal de paleta, edema maligno y septicemia hemorrágica**

Se aplicó la bacterina comercial a una dosis de 5 ml por animal, vía subcutánea. Esta vacuna protege al ganado contra las toxinas de bacterias clostridiales, por lo que previene al ganado contra enfermedades del complejo clostridial (*Clostridium chauvoei*, *C. septicum*, *C. novyi*, *C. sordellii*, *C. perfringens* tipos C&D, así como

*Haemophilus somnus*). También lo inmuniza contra la histofilosis, enfermedad producida principalmente por estrés al destete o embarque, y que presenta signos como nerviosismo y/o problemas respiratorios y reproductivos.

### **3. 3. 4 Vacunación contra enfermedades virales**

En el grupo de becerros se escogieron al azar a cuatro animales, con el fin de evaluar la presencia de anticuerpos antes y después de la aplicación de vacuna por vía s.c. (5 ml/animal), contra las enfermedades virales rinotraqueitis viral bovina (RIB), diarrea viral bovina (DVB), neumonías (PI3) y virus respiratorio sincicial bovino (VRSB). Para detectar dichos anticuerpos se utilizó la técnica de seroneutralización, basada en el principio de que un bovino inmunocompetente produce anticuerpos neutralizantes (ACN), y mediante este método se puede detectar anticuerpos neutralizantes de RIB y DVB.

### **3. 3. 5 Control contra garrapata**

Los animales se bañaron por inmersión en Flumetrina de un producto comercial a una dosis de 1 L/1000 L de agua, para el control de garrapata. Previo a juntar el ganado en el corral se dosificaba el producto en el baño, con el fin de poder aplicar el garrapaticida a todos los animales.

### 3.3.6 Suplementación

#### Elaboración del suplemento

El alimento se elaboró con 75% de pasta de soya, 17.5% de grano de sorgo molido, 5% de melaza y 2.5% de sales minerales (Cuadro 1), utilizando una mezcladora de listones con capacidad de 400 kg. Primeramente se incluía en la mezcladora la pasta de soya, ya que era la de mayor volumen, posteriormente se continuaba con el grano de sorgo molido, enseguida se incluían las sales minerales y para finalizar la melaza. En el Cuadro 3 se observa el aporte nutricional calculado con la información de NRC (2010), de cada uno de los ingredientes del suplemento. El suplemento fue formulado para tener un contenido de 35 % de Proteína Cruda, y 3.0 Mcal de Energía Metabolizable/kg de MS; 2.0 Mcal ENm/kg de MS y 1.3 Mcal ENg/kg de MS.

Cuadro 1. Aporte nutricional de los ingredientes y el total del suplemento en base a Materia Seca (MS).

| Ingredientes                         | Proporción (%) en el concentrado | Aporte del nutriente de cada ingrediente |               |               |        |        |
|--------------------------------------|----------------------------------|--|---------------|---------------|--------|--------|
|                                      |                                  | MS (%)                                   | ENm (Mcal/kg) | ENg (Mcal/kg) | PC (%) | FC (%) |
| Pasta de soya                        | 75.0                             | 91.0                                     | 2.06          | 1.40          | 48.0   | 5.0    |
| Sorgo de grano molido                | 17.5                             | 89.0                                     | 2.00          | 1.35          | 9.0    | 0.5    |
| Melaza                               | 5.0                              | 77.0                                     | 1.70          | 1.08          | 3.2    | 0.3    |
| Sales minerales                      | 2.5                              | 90.0                                     | 0.0           | 0.0           | 0.0    | 0.0    |
| <b>Aporte total en el suplemento</b> | 100.0                            |  |               |               |        |        |

Fuente: NRC, (2010).

### **Ofrecimiento del suplemento**

Al grupo acondicionado (T2) se le ofreció el suplemento diariamente a razón de 20 g/kg de peso metabólico ( $PV^{0.75}$ )/día, desde el día 28 antes del destete, hasta el día 84 posdestete, en comederos móviles tipo “Creep Feeding” (Lardy y Maddock, 2007; Guarneros, 2012). Después del destete, el suplemento se ofreció a los animales acondicionados en comederos abiertos, con al menos 1 m de espacio de comedero por animal, ajustando cada 14 días la cantidad de suplemento ofrecido por animal/día. Para los días en que no se contó con el peso actual de los animales, se realizó una estimación del peso vivo con base al registro anterior de peso y la ganancia diaria proyectada para el periodo en cuestión.

#### **3. 3. 7 Peso y condición corporal de las vacas con cría**

Con el fin de evaluar el efecto de los tratamientos en becerros antes, durante y después del destete, se registró el peso (kg) en vacas con cría. Se llevó a cabo la evaluación de la condición corporal (ECC) de acuerdo a la metodología de Herd y Sprott (1998) y Wagner *et al.* (1988). La condición corporal fue evaluada mediante una apreciación visual lateral y posterior, de las reservas corporales de grasa y músculo de una vaca, asignando números para sugerir el relativo grado de la composición corporal de una vaca. Se utilizó una escala de nueve puntos, en la que el valor mínimo considerado fue 1, que representaba una vaca extremadamente delgada o flaca (caquéxica) y el número máximo fue 9, que representaba a un animal excesivamente gordo (obeso).

### **3. 3. 8 Registro de peso de los becerros**

En el presente trabajo se registró el peso individual de las vacas y becerros, previo ayuno de 14 a 16 horas al inicio de cada experimento, así como a los 28 días antes del destete (día -28), al destete (día 0) y posteriormente cada 28 días (días 28, 56 y 84 posdestete), para lo cual se empleó una báscula electrónica (TRU TEST, Modelo 700, Econo test, Auckland; New Zealand). En todos los estudios se pesó de manera similar y cada experimento tuvo una duración de 112 días.

### **3. 3. 9 Toma de muestras de sangre**

A cada animal se le extrajeron vía punción de la vena coccígea, tres muestras de sangre inmediatamente después de que se registraba su peso individual. La primera muestra fue para la determinación de glucosa sanguínea y la segunda para nitrógeno ureico. La tercera muestra fue para determinar la presencia de anticuerpos en los becerros vacunados contra DVB e IBR.

### **3. 3. 10 Análisis para glucosa sanguínea (GS)**

La glucosa sanguínea (GS) se determinó tomando una muestra de sangre, utilizando un tubo Vacutainer monojection con 15% de EDTA ( $K_3$ ) de 10 mL de capacidad. El análisis de glucosa en plasma sanguíneo se realizó inmediatamente después de haber obtenido la muestra, usando un equipo con tiras reactivas y chip de codificación (Accu-Chek Performa; Roche, México)

### **3. 3. 11 Análisis para nitrógeno ureico (NU)**

La muestra para el análisis de nitrógeno ureico (NU) en sangre se obtuvo en tubos BD Vacutainer® serum (STERILE Interior). El suero se separó de la muestra coagulada por centrifugación a 2000 rpm, y se congeló a -20 °C hasta su análisis en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de los Alimentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. La determinación del N ureico fue llevada a cabo por el método indirecto de valoración colorimétrica de Berthelot modificado (fenol-hipoclorito; Randox, México). La absorbancia a 600 nm se determinó en un espectrofotómetro SP-830 plus Model SM110215 (Barnstead International, Dubuque, Iowa, USA).

### **3. 3. 12 Seroneutralización**

Se aplicó la técnica de seroneutralización para llevar a cabo la comprobación del sistema inmune, por lo que se analizaron los sueros de la sangre extraída de los becerros. Se empleó la técnica serológica de seroneutralización recomendada por la OIE (2008) y König, (2010), cuyo fundamento es que un bovino inmunocompetente produce anticuerpos neutralizantes (ACN), de RIB y DVB. Estos análisis fueron realizados en el Laboratorio Central Regional de Monterrey, de la Unión Ganadera Regional de Nuevo León (UGRNL).

### **3. 3. 13 Incidencia de animales enfermos**

La incidencia de enfermedades se determinó diariamente mediante la inspección y evaluación clínica o identificación de animales enfermos que presentaban



secreción nasal, alta temperatura ( $>28^{\circ}\text{C}$ ), apatía, cojera y/o tristeza (Cano, 1994). La revisión de los animales se realizó diariamente en el grupo, e individualmente en las fechas de pesaje, procediendo entonces a registrar y tratar aquellos animales que presentaran signos de enfermedad. Otros registros que se tomaron en cuenta al hacer la revisión o inspección clínica fueron si presentaban secreción, temperatura, apatía, cojera y/o tristeza, tratando los animales enfermos. La carga parasitaria se determinó mediante el método de sedimentación coprológica (técnica de McMaster). Las muestras de excremento se tomaron individualmente en cada pesaje y se analizaron en el laboratorio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UANL.

### **3. 3. 14 Características, muestreos y calidad nutricional de los potreros**

Los grupos de animales no acondicionados (T1) y acondicionados (T2) se manejaron por separado y fueron colocados junto con sus madres en diferentes praderas hasta el destete. El destete se realizó cuando los becerros cumplieron aproximadamente siete meses de edad. Posterior al destete, los grupos de estudio continuaban separados en potreros con buena disponibilidad de forraje de pastos Guinea (*Megathyrsus maximum*) y Estrella Africana (*Cynodon plecostachyus*). Las fechas mencionadas previamente para el registro de peso y tomas de muestras de sangre, también se consideraron para el muestreo de los pastos en ambos grupos de especies forrajeras correspondientes a cada tratamiento.

Las muestras se colectaron del potrero utilizando la técnica aleatoria, repetida cinco veces, utilizando un cuadrante de  $0.5\text{ m}^2$  (Hernández *et al.*, 2009). Se cortó

el forraje disponible en los lugares muestreados al inicio del periodo de evaluación. El material cortado se introdujo en una bolsa de papel, identificándola y registrando su peso. Las muestras se pusieron en una estufa de aire forzado a 60° C hasta llegar a peso constante.

Una vez secadas las muestras de forraje, se molieron, se prepararon y fueron llevadas al Laboratorio de Nutrición y Calidad de los Alimentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con el fin de analizar su contenido de proteína cruda (PC) por el método de combustión de Dumas (método 968.06; AOAC, 2000), utilizando un analizador elemental de combustión (Leco Truspec CHN, Leco Corp., St Joseph, MI). Los contenidos de fibra detergente neutro (FDN, % de la MS), fibra detergente ácido (FDA, % de la MS), celulosa (%), hemicelulosa (%) y lignina (%) fueron determinados utilizando el sistema de la bolsa filtrante (Ankom Technology, Madison, NY) de acuerdo a los procedimientos de Van Soest *et al.* (1991).

### **3. 3. 15 Análisis económico (Evaluación financiera)**

En los tres experimentos se llevó a cabo un análisis económico para determinar la relación beneficio/costo (RB/C), utilizando los tratamientos evaluados en cada experimento. La RB/C se define como el cociente del valor actualizado de los beneficios del proyecto (ingresos) entre el valor actualizado de los costos (egresos). En este tipo de análisis de evaluación de proyectos de inversión se utilizan tres principales rubros o indicadores de rentabilidad, que determinan la viabilidad financiera y factibilidad del proyecto de inversión productiva

(Rentabilidad de la inversión de productos agropecuarios <http://www.agroproyectos.org/relación-beneficio-costo>). Los tres indicadores son: Valor Presente Neto (VPN), Tasa interna de retorno (TIR) y Relación Beneficio/Costo (RB/C). El Cuadro 2 presenta los rubros necesarios para el cálculo.

Cuadro 2. Carátula de la corrida financiera de los estudios realizados en el acondicionamiento y no acondicionamiento de becerros (Cuadro correspondiente al primer experimento del tratamiento sin acondicionamiento).

| EVALUACION FINANCIERA   |                   |                              |          |          |                  |                |                         |                        |
|-------------------------|-------------------|------------------------------|----------|----------|------------------|----------------|-------------------------|------------------------|
| INDICADORES FINANCIEROS |                   |                              |          |          |                  |                |                         |                        |
| FLUJO NETO DE EFECTIVO  |                   |                              |          |          |                  |                |                         |                        |
| Año de operación        | Ingresos totales* | Inversiones para el proyecto |          |          | Valor de Rescate |                | Recup. De cap. De Trab. | Flujo Neto de Efectivo |
|                         |                   | Egresos totales              | Fija     | Diferida | Cap de trab.     | Valor Residual |                         |                        |
| 0                       |                   |                              |          |          |                  |                |                         | 0.00                   |
| 1                       | 104,990.03        | 82,677.94                    | 2,213.06 |          |                  |                |                         | 20,099.03              |
| 2                       |                   |                              |          |          |                  |                |                         | 0.00                   |
| 3                       |                   |                              |          |          |                  |                |                         | 0.00                   |
| 4                       |                   |                              |          |          |                  |                |                         | 0.00                   |
| 5                       |                   |                              |          |          |                  |                | 0                       | 0.00                   |

| CALCULO DEL VAN, R B/C Y TIR CON UNA TASA DE DESCUENTO DEL 10% |                     |                         |                               |                          |                              |                                  |
|--|---------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Año de operación   | Costos totales (\$) | Beneficios totales (\$) | Factor de actualización 10.0% | Costos actualizados (\$) | Beneficios actualizados (\$) | Flujo neto de efectivo act. (\$) |
| 0  | 0                   | 0                       | 1.000                         | 0.00                     | 0.00                         | 0.00                             |
| 1  | 84,891              | 104,990                 | 0.909                         | 77,173.64                | 95,445.48                    | 18,271.85                        |
| 2  | 0                   | 0                       | 0.826                         | 0.00                     | 0.00                         | 0.00                             |
| 3  | 0                   | 0                       | 0.751                         | 0.00                     | 0.00                         | 0.00                             |
| 4  | 0                   | 0                       | 0.683                         | 0.00                     | 0.00                         | 0.00                             |
| 5  | 0                   | 0                       | 0.621                         | 0.00                     | 0.00                         | 0.00                             |
| Total  | 84,891              | 104,990                 |                               | 77,173.64                | 95,445.48                    | 18,271.85                        |

Los indicadores financieros que arroja el proyecto son:

|       |           |           |
|-------|-----------|-----------|
| VAN=  | 18,271.85 | Se acepta |
| B/C = | 1.24      | Se acepta |

Cuando se obtiene el dato de la Relación Beneficio/Costo, se puede tomar la decisión de invertir o no en el proyecto. La decisión de invertir en el proyecto es cuando el valor de la Relación Beneficio/Costo es mayor o igual que 1.0, lo que significa que la inversión inicial se recuperó satisfactoriamente. Si el valor es

menor a 1.0 quiere decir que la inversión no presenta rentabilidad, por lo que deja de ser negocio para invertir o no se va a recuperar la inversión.

La información económica fue recabada de los gastos realizados de los tres experimentos. Para los animales acondicionados se registraron tres rubros de gastos: control o manejo sanitario, suplemento y mano de obra. El costo de la aplicación del manejo sanitario se prorrateó de acuerdo a la dosis necesaria recomendada del producto y peso de los animales. Se consideraron los costos de desparasitante, vacunas, vitaminas y material utilizado. Para el caso de los animales no acondicionados solo se consideró el gasto de mano de obra, pues no se tuvieron gastos de manejo sanitario o alimentación.

### **3. 1. 16 Características climáticas del trópico en la región y datos complementarios que se colectaron**

De acuerdo a Köppen el clima trópico seco presenta variantes de climas cálido-húmedos, cálido-subhúmedo entre otros. El clima trópico seco se localiza en México, en los declives de la Sierra Madre Occidental y Oriental, las cuencas altas de los ríos Balsas y Papaloapan, así en ciertas regiones del istmo de Tehuantepec, la península de Yucatán y el estado de Chiapas. El trópico seco es, por lo tanto, la zona más amplia de los climas cálidos extremos en México.

Características ecológicas.- Por las características de sol y humedad la producción de forraje es abundante, y rebasa la capacidad de consumo por parte de los animales durante una parte del año. Sin embargo, la calidad de los pastos es

menor a la observada en las áreas templadas. La temporada de lluvias genera una marcada estacionalidad de calidad y producción de forrajes y por consiguiente en la producción de carne (SIAP, 2011).

Con el fin de complementar la información del medio ambiente de la región, se recopiló información del clima como temperatura mínima, máxima, y promedio (°C), así como precipitación pluvial (mm) de los años 2012 y 2013 en la estación meteorológica del ejido “La Cabecera”, a 2 km del rancho “Don Enrique”, y de la estación climatológica localizada en el ejido “El Nacimiento”, a 4 km del rancho “Laguna Colorada”.

Dicha información se obtuvo con apoyo del personal de CONAGUA de Tampico.

### **3. 3. 17 Análisis estadístico**

El análisis estadístico de los datos experimentales acumulativos para cada periodo de 28 días desde el día -28 hasta el final del estudio (día 84), se realizó mediante un arreglo factorial 2 x 2 (dos niveles de acondicionamiento y dos sexos), teniendo un total de 16 observaciones para cada tratamiento, al considerar cada animal como una unidad experimental. Se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + S_j + T_i \times S_j + \varepsilon \quad (a)$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = variable dependiente

$\mu$  = media general,

$T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento,

$S_j$  = efecto del j-ésimo sexo,

$T_i \times S_j$  = efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento y el j-ésimo sexo,

$\varepsilon(a)$  = error (a)

Las variables de respuesta analizadas: ganancia total de peso, ganancia diaria de peso (GDP), concentración de glucosa (GS) y concentración sérica de nitrógeno ureico (NU) de los animales. Para el caso de la GDP acumulada, el análisis incluyó el periodo experimental desde día -28, hasta el día 0, y hasta los días +28, +56, y +84. Se utilizó el software SPSS para Windows versión 17 (SPSS, 2008). Cuando existió efecto significativo ( $P < 0.05$ ) para alguna variable, se compararon las medias con la prueba de Tukey a  $P < 0.05$  (Steel y Torrie, 1980).

La frecuencia de animales enfermos en las diferentes épocas y tratamientos se determinó registrando los animales enfermos de las vías respiratorias en el hato experimental en los tiempos antes señalados (épocas y tratamientos), anotando síntomas, temperatura y tratamiento y su costo. La información de animales enfermos se analizó mediante la prueba de Ji-cuadrada (SAS, 2003).

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4. 1 Peso y condición de las vacas con cría.**

En los tres experimentos el peso de las vacas al inicio (día -28) y al día 0 fue similar entre tratamientos ( $P > 0.05$ ; Cuadro 3). El cambio de peso de las vacas, durante los primeros 28 días de los experimentos 1 y 3, correspondientes a épocas secas, no fue significativo ( $P > 0.05$ ). Las vacas madres de becerros sin acondicionamiento perdieron entre 15 y 17 kg de peso, mientras que las madres de los becerros acondicionados y suplementados perdieron significativamente ( $P > 0.05$ ) entre 5 y 7 kg.

En el experimento 2 (época de lluvias), las vacas de ambos grupos incrementaron su peso durante los primeros 28 días del experimento, las del grupo testigo, en 20.6 kg, mientras que las madres de los becerros acondicionados y suplementados, aumentaron 28.3 kg, sin que la diferencia fuese significativa ( $P > 0.05$ ; Cuadro 3).

En los tres experimentos, la condición corporal (CC) de las vacas madres disminuyó entre el inicio (día -28) y el destete (día 0). Aunque esta disminución no fue afectada significativamente ( $P > 0.05$ ; Cuadro 3) por debido a los tratamientos evaluados. En los tres experimentos los cambios de CC fueron menores en el grupo de vacas de becerros no acondicionados, que en las madres de los becerros acondicionados y suplementados (Cuadro 3).

Cuadro 3.- Efecto del acondicionamiento de becerros antes del destete sobre peso (kg) y condición corporal (CC) de las vacas madres.

|   | Beceros<br>Testigo | Beceros<br>acondicionados<br>pre-destete | EEM   | Valor de <i>P</i> |
|---|--------------------|--|-------|-------------------|
| <b>Experimento 1, época seca 2012</b>       |                    |  |       |                   |
| Peso al inicio (día -28), kg                | 456.1              | 441.6                                    | 16.90 | 0.543             |
| CC al inicio (día -28)                      | 4.0                | 4.0                                      | 0.17  | 0.987             |
| Peso a 28 días, (día 0), kg                 | 440.3              | 434.3                                    | 16.60 | 0.797             |
| CC a los 28 días, (día 0)                   | 3.6                | 3.8                                      | 0.1   | 0.389             |
| Cambio de peso vacas (28 días), kg          | -15.8              | -7.3                                     | 6.29  | 0.342             |
| Cambio de CC de las vacas (28 días)         | -0.4               | -0.3                                     | 0.2   | 0.495             |
| <b>Experimento 2, época de lluvias 2012</b> |                    |  |       |                   |
| Peso al inicio (día -28), kg                | 460.9              | 422.0                                    | 16.47 | 0.104             |
| CC al inicio (día -28)                      | 4.3                | 3.9                                      | 0.2   | 0.088             |
| Peso a 28 días, (día 0), kg                 | 481.5              | 450.3                                    | 21.21 | 0.302             |
| CC a los 28 días, (día 0)                   | 4.0                | 3.7                                      | 0.2   | 0.298             |
| Cambio de peso vacas (28 días), kg          | 20.6               | 28.3                                     | 19.72 | 0.784             |
| Cambio de CC de las vacas (28 días)         | -0.4               | -0.3                                     | 0.2   | 0.623             |
| <b>Experimento 3, época de secas 2013</b>   |                    |  |       |                   |
| Peso al inicio (día -28), kg                | 512.7              | 498.1                                    | 48.97 | 0.584             |
| CC al inicio (día -28)                      | 3.7                | 3.6                                      | 0.1   | 0.745             |
| Peso a 28 días, (día 0), kg                 | 484.6              | 493.2                                    | 18.34 | 0.738             |
| CC a los 28 días, (día 0)                   | 3.5                | 3.6                                      | 0.1   | 0.507             |
| Cambio de peso vacas (28 días), kg          | -16.6              | -4.9                                     | 5.37  | 0.122             |
| Cambio de CC de las vacas (28 días)         | -0.2               | -0.03                                    | 0.1   | 0.346             |

#### 4. 2 Peso de los becerros

No hubo efecto de sexo sobre el peso de los becerros ( $P>0.05$ ), por este motivo a continuación se presentan únicamente los resultados con respecto al efecto del acondicionamiento (tratamientos) sobre las variables evaluadas. En la Figura 8, se muestra el efecto del acondicionamiento de becerros desde 28 días antes del destete y suplementación continua durante 112 días, sobre el peso corporal (kg) hasta el día +84 postdestete en los tres experimentos.



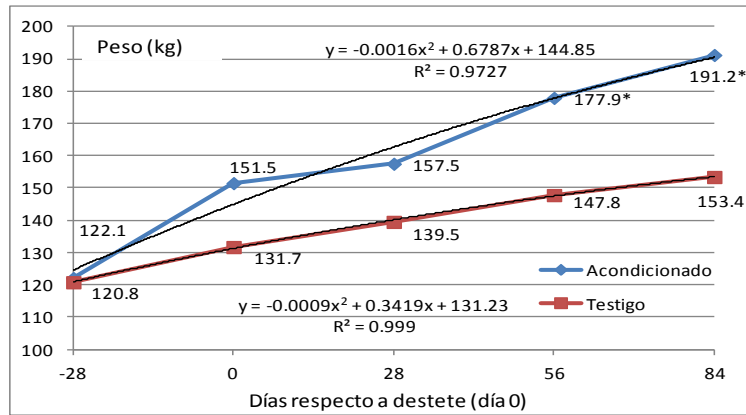
Para los experimentos 1 y 3, los pesos registrados al inicio (día -28), así como a los días 0 y +28 del experimento fueron similares entre tratamientos ( $P > 0.05$ ; Figura 8A y 8C). A los días +56 y +84, los becerros acondicionados y suplementados pesaron significativamente ( $P < 0.05$ ) más que los del grupo testigo. En el experimento 2, los becerros tuvieron pesos inicial, intermedios y final similares entre tratamientos ( $P > 0.05$ ; Figura 8B).

En la Figura 9, se muestra el efecto del acondicionamiento de becerros antes del destete y la suplementación (T2), sobre el aumento de peso (kg/día) acumulado desde el día -28 hasta 0, 28, 56 y 84 días postdestete. En el experimento 1 (Figura 9A) la GDP acumulada para T2 fue mayor ( $P < 0.001$ ) durante todos los periodos.

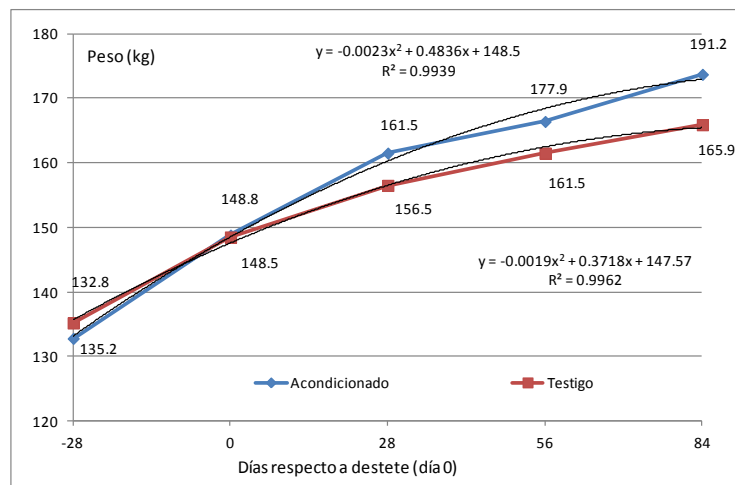
En el Experimento 2 (Figura 9B), realizado en época de lluvias, la GDP acumulada de los becerros acondicionados fue significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) a la del grupo sin acondicionamiento en los periodos de -28 a 28 y -28 a 84 días.

En el Experimento 3 (Figura 9C), la GDP acumulada hasta el primero, tercero y cuarto periodos de evaluación fue mejor ( $P < 0.05$ ) en los becerros acondicionados del T2 que para no acondicionados del T1.

A



B



C

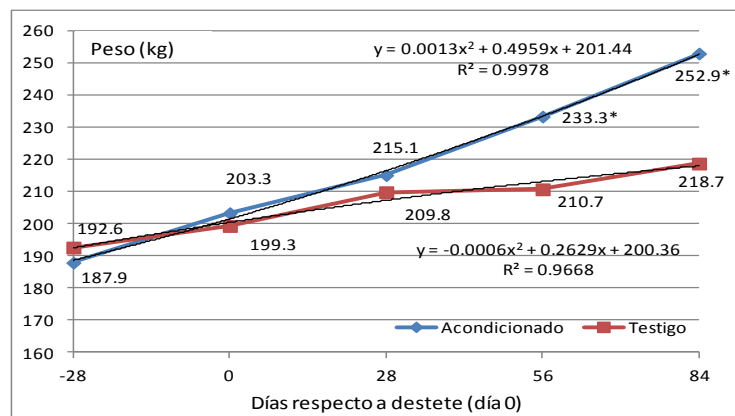


Figura 8.- Efecto del acondicionamiento de becerros antes del destete y suplementación sobre el peso corporal (kg) hasta 84 días postdestete en tres experimentos (A= época seca 2012, d56 ( $P < 0.019$ ), Peso final, ( $P < 0.0004$ ); B= época de lluvias 2102, ( $P > 0.05$ ); y C= época seca 2013, d56 ( $P < 0.048$ ), Peso final, ( $P < 0.006$ )).

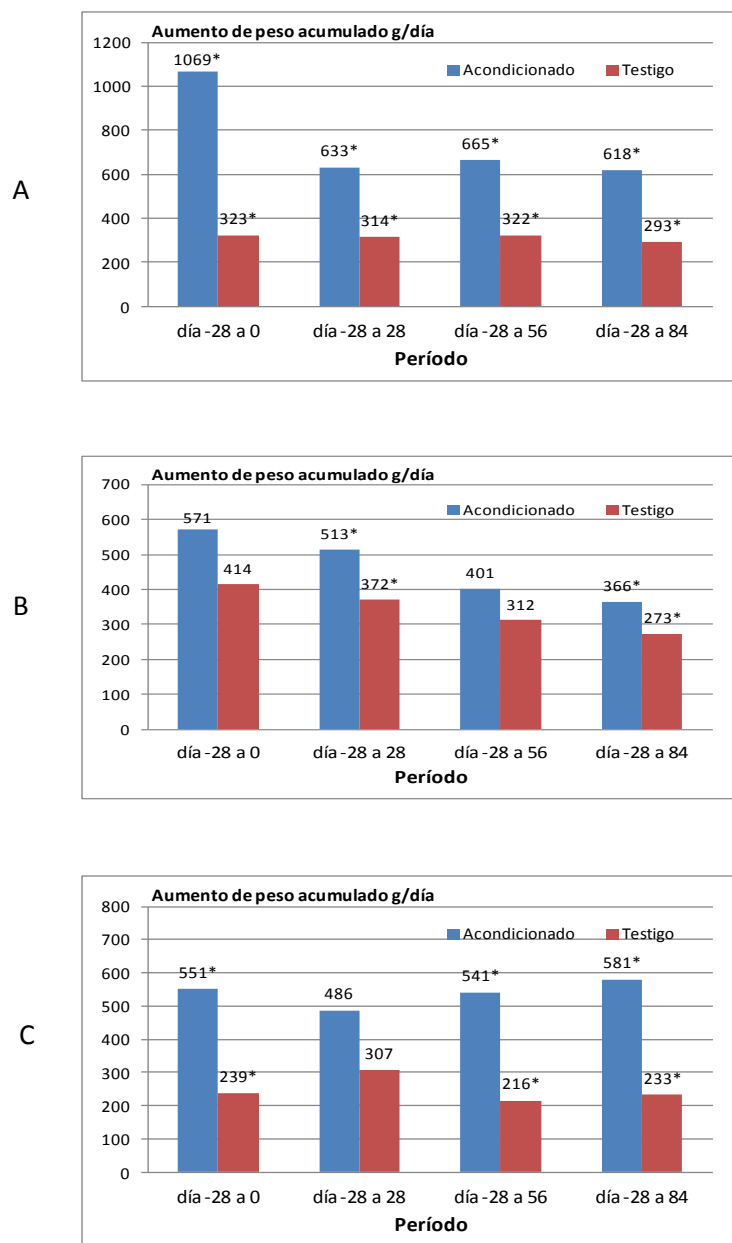


Figura 9.- Efecto del acondicionamiento de becerros antes del destete sobre el aumento de peso (kg/día) acumulado desde el inicio de la suplementación hasta 84 días postdestete.

En general, el acondicionamiento de los becerros 28 días antes, así como la suplementación hasta el día 84 después del destete, tuvieron efectos benéficos

sobre peso corporal, y aumentos de peso, en comparación con los becerros del grupo testigo. Las ventajas fueron más notorias en épocas secas del año, que en época de lluvias.

El proceso del destete de becerros, involucra la separación de la madre, y el consiguiente cambio a una dieta sin leche, lo que implica una nueva exposición del animal. Factores de estrés físico y psicológico (Grandin, 1997), por lo que el efecto del destete, se puede reflejar en una disminución de la resistencia de los animales a enfermedades infecciosas (Lucas *et al.*, 2007; Burke *et al.*, 2009). Por esto, se han comparado los efectos de diversas modalidades de destete, para tratar de encontrar procedimientos de destete que provoquen los menos efectos negativos en los becerros.

Blanco *et al.* (2009) compararon dos sistemas de destete (el destete temprano, a 90 días, y el tradicional a 150 días), y registraron que los becerros destetados temprano tuvieron mayores ( $P = 0.001$ ) aumentos de peso entre 90 y 150 días que los becerros destetados en el sistema tradicional. Durante la finalización, el crecimiento, consumo de alimento y eficiencia alimenticia fueron similares entre los dos sistemas de destete. De acuerdo a estos autores, el destete temprano no afectó la edad al sacrificio, peso de la canal, grado de deposición de grasa, color de grasa y calidad de la carne, aunque mejoró la conformación de la canal.

En el estudio de Mathis *et al.* (2008a), el acondicionamiento a becerros determinó un incremento diario de peso 131 g mayor al de los no acondicionados. En el presente estudio, en los experimentos 1 y 3 (realizados en época de sequía), la

diferencia del grupo acondicionado antes del destete con respecto al testigo fue de 208 y 246 g/día, respectivamente. En el segundo experimento la diferencia de T2 con respecto a T1 fue de 61 g diarios ( $P > 0.05$ ). Los incrementos de peso obtenidos en el presente estudio son similares a los reportados en becerros en condiciones tropicales durante esta fase de vida (Galli *et al.*, 2005; Coppo *et al.*, 2002).

La falta de una mejor respuesta en GDP en el experimento 2 (época de lluvias del 2012), pudo deberse a la mayor disponibilidad de pasto durante esta época del año, lo que reduce el efecto benéfico del acondicionamiento y suplementación de becerros comparado con la época de sequía. En condiciones de sequías prolongadas, se reduce la calidad nutritiva y digestibilidad de los pastos, y la suplementación proteica en becerros permite tener ganancias diarias de peso superiores a 500 g/día (Balbuena *et al.*, 2000).

En el estudio realizado por Martínez *et al.* (2001) en becerros lactantes alimentados con una dieta basal de pasto Guinea (*Panicum maximum*), los animales suplementados a niveles del 0.5% del peso vivo tuvieron mejor ganancia diaria de peso (579 g), aún eliminando el consumo de leche a partir de los 3 meses de edad.

#### **4. 3 Glucosa sanguínea (GS)**

El acondicionamiento de becerros desde antes del destete y la suplementación, no ocasionaron diferencias en el contenido de glucosa sérica con respecto a los

becerros del grupo testigo ( $P > 0.05$ ), hasta el día +84 postdestete (Cuadro 4). La excepción a esto se registró al día +28 del experimento 2, cuando los becerros acondicionados y suplementados tuvieron un contenido de glucosa sérica mayor ( $P < 0.05$ ) a la de los becerros testigo.

En el presente estudio no se encontró diferencia en la concentración de glucosa en sangre en los tres experimentos realizados, mientras que otros autores señalan que se pueden encontrar valores inferiores de glucosa en los meses de lluvias principalmente en animales adultos en áreas tropicales (Marston *et al.*, 1995).

Cuadro 4.- Efecto del acondicionamiento antes del destete y suplementación de becerros, sobre la concentración (mg/dL) de glucosa sanguínea (GS).

|                                   | Testigo           | Acondicionamiento<br>pre-destete<br>y suplementación | EEM  | Valor<br>de $P$ |
|-----------------------------------|-------------------|--|------|-----------------|
| Experimento 1, época seca 2012    |                   |  |      |                 |
| Día -28                           | 72.0              | 60.3   | 3.80 | 0.036           |
| Día 0 (Destete)                   | 48.8              | 50.2   | 3.00 | 0.740           |
| Día+28                            | 68.8              | 70.2   | 3.10 | 0.740           |
| Día +56                           | 88.0              | 78.1   | 3.99 | 0.084           |
| Día +84                           | 69.2              | 76.0   | 4.69 | 0.307           |
| Experimento 2, época lluvias 2012 |                   |  |      |                 |
| Día -28                           | 73.5              | 76.8   | 1.75 | 0.185           |
| Día 0 (Destete)                   | 67.8              | 70.2   | 3.83 | 0.641           |
| Día+28                            | 71.2 <sup>b</sup> | 79.9 <sup>a</sup>                                    | 3.06 | 0.046           |
| Día +56                           | 72.3              | 73.2   | 3.67 | 0.860           |
| Día +84                           | 56.2              | 57.8   | 3.13 | 0.711           |
| Experimento 3, época seca 2013    |                   |  |      |                 |
| Día -28                           | 65.8              | 70.8   | 2.46 | 0.156           |
| Día 0 (Destete)                   | 59.3              | 61.4   | 2.68 | 0.590           |
| Día+28                            | 71.2              | 72.7   | 2.40 | 0.655           |
| Día +56                           | 68.5              | 72.4   | 1.81 | 1.140           |
| Día +84                           | 68.1              | 70.4   | 2.54 | 0.538           |

#### 4. 4 Nitrógeno ureico (NU)

En los experimentos 1 y 2, la concentración de N ureico fue similar entre tratamientos ( $P > 0.05$ ) en la mayoría de las fechas de muestreo (Cuadro 5). Solamente al día +28 del experimento 1, el N ureico de los becerros sin acondicionamiento ni suplementación fue mayor al de los becerros suplementados ( $P < 0.01$ ; Cuadro 5). En el experimento 3, en los días +56 y +84, las concentraciones séricas de N ureico de los becerros acondicionados predestete y que recibieron suplementación, fueron más altas ( $P < 0.05$ ) que las del grupo testigo.

Cuadro 5.- Efecto del acondicionamiento antes del destete y suplementación de becerros, sobre la concentración de nitrógeno ureico (NU) en sangre (mg/dL).

|                                   | Testigo           | Acondicionamiento<br>pre-destete<br>y suplementación | EEM   | Valor<br>de <i>P</i> |
|-----------------------------------|-------------------|--|-------|----------------------|
| Experimento 1, época seca 2012    |                   |  |       |                      |
| Día -28                           | 17.4              | 16.0   | 0.92  | 0.267                |
| Día 0 (Destete)                   | 22.2              | 20.9   | 1.44  | 0.517                |
| Día+28                            | 21.2 <sup>a</sup> | 19.4 <sup>b</sup>                                    | 0.35  | 0.006                |
| Día +56                           | 24.7              | 26.5   | 1.80  | 0.970                |
| Día +84                           | 19.4              | 15.5   | 2.14  | 0.149                |
| Experimento 2, época lluvias 2012 |                   |  |       |                      |
| Día -28                           | 16.0              | 14.4   | 1.20  | 0.350                |
| Día 0 (Destete)                   | 15.1              | 17.5   | 2.60  | 0.470                |
| Día+28                            | 18.3              | 18.4   | 2.52  | 0.975                |
| Día +56                           | 11.0              | 11.5   | 0.76  | 0.648                |
| Día +84                           | 10.2              | 9.8  | 0.73  | 0.686                |
| Experimento 3, época seca 2013    |                   |  |       |                      |
| Día -28                           | 18.0              | 20.6   | 0.910 | 0.064                |
| Día 0 (Destete)                   | 20.0              | 18.3   | 1.127 | 0.271                |
| Día+28                            | 26.2              | 29.1   | 1.170 | 0.085                |
| Día +56                           | 16.6 <sup>b</sup> | 23.2 <sup>a</sup>                                    | 1.321 | 0.001                |
| Día +84                           | 26.1 <sup>b</sup> | 30.0 <sup>a</sup>                                    | 1.386 | 0.041                |

En los tres estudios se presentaron niveles normales de nitrógeno ureico en suero sanguíneo (Cuadro 5). En otros estudios (Marston *et al.*, 1995), se reportaron valores menores a los obtenidos en las épocas de sequía (15 mg/dL), pero similares a los obtenidos en la época de lluvias del presente estudio. Quizá debido a un mejor valor energético y proteico de los pastos, los becerros tuvieron mejores condiciones para utilizar la proteína consumida para un mejor crecimiento, tal y como se observa en los aumentos de peso de los becerros sin suplementación de experimento 2, comparados con los de experimentos 1 y 3.

De acuerdo a Galli *et al.* (2005) se pueden esperar algunos cambios en las concentraciones séricas de glucosa y nitrógeno ureico en becerros en fase de crecimiento, debido al estatus fisiológico, y al medio ambiente. Sin embargo, esto sólo pudo ser observado en algunas etapas de los experimentos en época de sequía y no en época de lluvias. Se señala que concentraciones sanguíneas de nitrógeno ureico inferiores a 7.0 mg/dL indican bajos contenidos de proteína degradable en la dieta, en relación con la disponibilidad de energía en el rumen, mientras que valores superiores a 19.6 mg/dl indican una situación inversa (Cabrera *et al.*, 2005). En el presente estudio valores de NU y de GS estuvieron dentro de los rangos considerados como normales, sin variación asociada a los tratamientos probados, por lo que en estas condiciones tienen poco valor predictivo acerca de los cambios de peso de los becerros.



#### **4. 5 Seroneutralización**

Las enfermedades virales del complejo respiratorio bovino, como la diarrea viral bovina (DVB) y rinotraqueitis viral bovina (IBR), afectan al ganado bovino (Stokka, 2010) en las diferentes etapas de vida. Estas formas de infección causadas por los biotipos citopáticos y no-citopáticos del virus, resultan en depresión de linfocitos y supresión del sistema inmunológico, además de contribuir al desarrollo de enfermedades respiratorias (Obando *et al.*, 2004).

La prueba de Seroneutralización se llevó a cabo en los experimentos 1 y 2. Los resultados del experimento 1 para la seroneutralización a IBR (Rinotraqueitis bovina) y DVB (Diarrea Viral Bovina) se presentan en el Cuadro 6. No hubo presencia de anticuerpos contra IBR en ningún tratamiento. Para DVB, en T1, se encontró seropositividad en un macho y tres hembras con la misma titulación 1:5.19; en T2, se encontraron seropositivos dos machos y una hembra con la misma titulación de 1:5.19.

Cabe mencionar que en los ranchos donde se llevaron a cabo los dos experimentos se tenía el antecedente de que en los lotes de ganado tenían más de cinco años que no habían tenido contacto con la vacuna. Sin embargo se detectaron anticuerpos en becerros a 28 días previos al destete, tal vez significa la detección de anticuerpos calostrales y/o que ambos virus circulan en el hato. Todas las madres de los becerros mostraron anticuerpos seroneutralizantes (diluciones 1:3 a 1:87) contra ambos virus.

Cuadro 6 Respuesta serológica de anticuerpos SNT contra los Virus de la IBR y DVB en el sueros de becerros (Experimento 1).

|                            | T1 (No vacuna) |         | T2 (Vacuna al inicio del estudio y revacuna al destete) |         |
|----------------------------|----------------|---------|---|---------|
|                            | M*             | H       | M   | H       |
| Número de animales + a DVB | 1              | 3       | 2   | 1       |
| Dilución                   | 01:05.2        | 01:05.2 | 01:05.2   | 01:05.2 |
|                            |                |         |   |         |
| Número de animales + a IBR | 0              | 0       | 0   | 0       |
| *M= machos, H=hembras      |                |         |   |         |

En el cuadro 7, se observa que todos los del grupo entre los 5-6 meses de edad se mostraban anticuerpos seroneutralizantes contra los virus de la diarrea viral bovina e IBR (experimento 2).

En los animales vacunados y con excepción de 2 muestras, todos mostraron valores de seroneutralización relativamente bajos de 1:3, independiente del sexo y la vacuna empleada ( $P>0.05$ ), lo que contrasta fuertemente con las observaciones realizadas por otros investigadores bajo situaciones controladas.

En las condiciones en los cuales se desarrolló el experimento, el sistema inmunológico bovino respondió a la formación de anticuerpos seroneutralizantes, empero la respuesta fue débil y de baja duración. Esta situación probablemente refleje que factores locales del medio ambiente o infecciones concurrente no detectadas tal vez estén presentes e influyeron en estas manifestaciones.

Cuadro 7.- Respuesta serológica en becerros acondicionados y vacunados contra los virus de la IBR y DVB (Experimento 2).

|                       | T1 (No Vacuna) |        |        |     | T2 (Vacuna al inicio y revacuna al destete) |     |        |     |
|-----------------------|----------------|--------|--------|-----|---|-----|--------|-----|
| DIA                   | SNT+           |        |        |     | SNT+  |     |        |     |
|                       | VDVB-1         |        | BoHV-1 |     | VDVB-1                                      |     | BoHV-1 |     |
|                       | M*             | H      | M      | H   | M   | H   | M      | H   |
| -28                   | 3/5            | 10/ 12 | 0/5    | 1/7 | 1/4   | 3/5 | 0/4    | 1/5 |
| 0                     | 0/7            | 3/6    | 0/7    | 0/6 | 0/4   | 0/4 | 1/5    | 0/5 |
| 28                    | 1/8            | 2/7    | 0/8    | 0/7 | 2/7   | 3/6 | 3/7    | 3/6 |
| 56                    | 0/7            | 0/6    | 0/7    | 0/6 | 1/8   | 2/5 | 1/8    | 2/5 |
| 84                    | 0/7            | 0/6    | 0/7    | 0/6 | 1/8   | 2/5 | 1/8    | 2/5 |
| *M= machos, H=hembras |                |        |        |     |   |     |        |     |

La respuesta serológica en el grupo vacunado antes del destete y re-vacunado al destete (T2) tuvo una duración relativamente mayor. La respuesta serológica contra el BoHV-1 fue de menor intensidad ( $P>0.05$ ) que contra el VDVB-1. Aparentemente una alta proporción de animales muestran niveles de protección relativamente bajos al día 84, cuando alcanzan el peso promedio requerido para venta y su traslado a la engorda, esta situación probablemente los pone en situación de riesgo al incrementarse los niveles de estrés a consecuencia del traslado y la eventual adquisición de la infección de VDVB-1 y/o BoHV-1 u otros patógenos provenientes de animales de otros lugares de adquisición o de acopio. Considerando las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento, se deben revisar otros factores involucrados en la débil respuesta serológica obtenida, a fin de establecer protocolos adecuados para la zona y características de los hatos, como son lugares de origen, manejo sanitario, historial clínico, etc.,

para identificar a que factor se debe la débil respuesta de anticuerpos presentes en el ganado joven y adulto.

Acorde a lo observado, la práctica de vacunar al destete contra los Virus de la DVB-1 y BoHv-1 no induce niveles adecuados de anticuerpos seroneutralizantes, por lo cual probablemente se deben modificar los protocolos de vacunación para elevar la proporción de anticuerpos seroneutralizantes previo al embarque del ganado de engorda.

Se pudo observar que DVB solo se presentó en el diagnóstico de los animales de los ranchos, ya que en los dos tratamientos se encontraron animales seropositivos. Meléndez *et al.* (2010) señalan que cuando los animales son adultos y presentan estas enfermedades, en el caso de las hembras se incrementan el número de abortos, el número de servicios por concepción y los días abiertos. Vargas *et al.* (2009) señalan que la vacunación temprana es una medida de control efectiva en el ganado bovino. Sin embargo, en explotaciones mixtas donde se tienen bovinos y ovinos, el riesgo se incrementa, pues las dos especies son susceptibles de presentar dichas enfermedades (Cabello *et al.*, 2006).

#### **4. 6 Incidencia de animales enfermos**

En los experimentos 1 y 3, los becerros acondicionados desde antes del destete y suplementados durante el estudio, tuvieron menor incidencia de enfermedades que los becerros del grupo testigo, sin acondicionamiento (Cuadro 8). En el

experimento 2, la incidencia de animales enfermos durante los 112 días del estudio fue similar entre tratamientos (Cuadro 8;  $P = 0.25$ ).

La reducción de la morbilidad del ganado asociada al acondicionamiento fue más notoria en los experimentos 1 y 3 (época seca) que en el experimento 2 (época de lluvias). En el experimento 1 se observó una mayor incidencia de enfermedades en el T1, con 10 becerros enfermos, comparado con solamente dos enfermos del T2. En el experimento 3, del total de becerros del tratamiento T1 se presentaron 11 enfermos y 5 sanos, mientras que en T2, fueron 5 animales enfermos y 11 sin ningún problema de enfermedad. En cambio, en el experimento 2 (época de lluvias), en el T1, se tuvieron 7 animales enfermos y 9 animales sanos, mientras que en el T2, se tuvieron 3 becerros enfermos y 13 sanos.

En diferentes regiones ganaderas existen factores de riesgo asociados a la presencia de problemas respiratorios, abortos y desempeño reproductivo en el ganado bovino. Enfermedades causadas por parásitos pueden afectar a becerros manejados en sistemas tradicionales, infectándose fácilmente en las primeras etapas de vida (Daugischies y Najdrowski, 2005; Brumbaugh, 2007; Ariasa *et al.*, 2008). Por ello, cuando se lleva a cabo una desparasitación interna de los becerros lactantes, se puede obtener una ganancia diaria de peso 6.5% mejor que aquellos que no son desparasitados (Lucas *et al.*, 2007; Hersom *et al.*, 2011).

Cuadro 8.- Efecto del acondicionamiento antes del destete y suplementación de becerros, sobre la incidencia de animales enfermos y sanos en tres experimentos (% en paréntesis).

|                                   | Testigo                | Acondicionado<br>antes del destete | Valor<br>de <i>P</i> |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------------------|----------------------|
| Experimento 1, época seca 2012    |                        |                                    |                      |
| Animales enfermos (n, %)          | 10 <sup>a</sup> (62.5) | 2 <sup>b</sup> (12.5)              | .001                 |
| Animales sanos (n, %)             | 6 (37.5)               | 14 (87.5)                          |                      |
| Experimento 2, época lluvias 2012 |                        |                                    |                      |
| Animales enfermos (n, %)          | 7 (43.8)               | 3 (18.8)                           | 0.25                 |
| Animales sanos (n, %)             | 9 (56.2)               | 13 (81.2)                          |                      |
| Experimento 3, época seca 2013    |                        |                                    |                      |
| Animales enfermos (n, %)          | 11 <sup>a</sup> (68.8) | 5 <sup>b</sup> (31.2)              | .001                 |
| Animales sanos, (n, %)            | 5 (31.2)               | 11 (68.2)                          |                      |

Respecto a la incidencia de enfermedades registrada en el presente estudio, los animales del grupo testigo fueron más afectados principalmente en los experimentos 1 y 3. Quizá el acondicionamiento antes del destete pudo haber servido como medida preventiva y haber protegido al becerro contra algunas enfermedades de la región (Brumbaugh, 2007).

En México faltan más estudios en los que se cuantifique el impacto de la incidencia de animales enfermos en esta fase de vida. El acondicionamiento y la suplementación apoyan al sistema inmunológico del becerro y le permiten que recupere su salud para expresar su potencial genético y nutricional, pero cada tratamiento tiene un costo por su aplicación (Brumbaugh, 2007).

Otra posible causa por la que pudo haber tenido más animales enfermos en el grupo no acondicionado, fue la eventual presencia del estrés oxidativo, que reduce la resistencia de los becerros no suplementados a enfermedades infecciosas (Burke *et al.*, 2009). Lalman *et al.* (2005) señalan que la serie de prácticas realizadas alrededor del destete minimizan el riesgo de que los animales se enfermen o de que haya pérdidas de animales por el estrés del proceso o cambio a otro sistema. Tal es el caso del acondicionamiento de becerros que puede ser una opción para la ganadería en México.

Para los sistemas pecuarios de México, Pereda *et al.* (2005) e Ibarra *et al.* (2011), señalan la necesidad de tener una mejor comprensión de los factores que regulan la cadena productiva de bovinos de carne, lo que ayudaría a hacer más eficiente y competitivo este sistema de producción. Partes fundamentales de estos sistemas extensivos, que influyen drásticamente en la eficiencia, son la calidad del forraje disponible y la sanidad del hato. La incidencia de enfermedades parasitarias, bacterianas y virales, principalmente en animales jóvenes, causan alta mortandad, cuando no se cuenta con un adecuado calendario sanitario.

Vercruysse y Claerebout (2001) reportaron que la helmintiasis es una importante causa de enfermedades y pérdidas de la producción a nivel mundial, condición favorecida en climas tropicales, donde se potencializa afectando la salud del animal (Vázquez *et al.*, 2004). Clínicamente se pueden observar algunos casos de parasitismo, sin embargo, en ocasiones se presentan síntomas no visibles (Torres-Acosta, 2006).

#### **4.7 Carga animal y características del terreno en el estudio**

En el cuadro 9, se presentan algunas características del terreno del Rancho “Don Enrique” donde se llevaron a cabo los experimentos 1 y 3 (épocas secas), así como las características del Rancho “Laguna Colorada” (Experimento 2, época de lluvias) como: coordenadas, superficie, perímetro y altitud de cada uno de los potreros. Para hacer el cálculo de la carga animal se consideró el equivalente de que una vaca de 450 kg más su cría al pie tiene un valor de 1.0 Unidad Animal (UA), entonces se consideró el cálculo para este estudio un aproximado de 500 kg/UA. En todos los experimentos se utilizó el mismo número de unidad experimental (16 becerros). La estimación se realizó a la información generada en el manual elaborado por Esqueda *et al.* (2011).

Para el experimento 1, el total de kg del grupo de becerros para T1 fue de 1,953.6 por lo que al dividirlo entre 500 kg dio una carga de 3.91 entre 4.75 ha, nos da un equivalente de .82 UA/ha, para T2 el total fue de 1,932.8 kg dando una carga de 3.87 entre 4.6 ha nos da un equivalente de .84 UA/ha.

Para el experimento 2, el total de kg manejado al inicio del experimento fue para T1 de 2,124.8 y para T2 de 2,163.2 cantidad que al dividirlo entre 500 kg nos da 4.25 para el primer caso y al dividirlo por la superficie de 6.05 ha nos da .70 UA/ha, en el segundo tratamiento fue de .81 UA/ha

Para el experimento 3, utilizando la misma forma o manera de hacer el cálculo del experimento 1, se obtuvo para T1, 3,081.6 kg y para T2, 3,006.4 kg; dando para el primer grupo 6.16 entre 4.75 ha utilizadas en el experimento da una valor de 1.3



UA/ha y para el segundo grupo fue 6.01 entre 4.6 ha da un valor de 1.31 UA/ha respectivamente.

Cuadro 9. Características de los potreros utilizados en los tres experimentos.

| <b>Rancho “Don Enrique” experimento 1 y 3</b>   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| <b>Tratamiento 1</b>                            |                                   |
| Superficie                                      | 4.75 Hectáreas                    |
| Perímetro                                       | 1.04 Kilómetros                   |
| Altitud   | 28.35 MSNM                        |
| Coordenadas                                     | N 23° 02' 15.18" O 97° 49' 18.10" |
| <b>Tratamiento 2</b>                            |                                   |
| Superficie                                      | 4.60 Hectáreas                    |
| Perímetro                                       | 0.9 Kilómetros                    |
| Altitud   | 31.97 MSNM                        |
| Coordenadas                                     | N 23° 02' 43.87" O 97° 49' 18.31" |
| <b>Rancho “Laguna Colorada” (Experimento 2)</b> |                                   |
| <b>Tratamiento 1</b>                            |                                   |
| Superficie                                      | 6.05 Hectáreas                    |
| Perímetro                                       | 1.24 Kilómetros                   |
| Altitud   | 85.3 MSNM                         |
| Coordenadas                                     | 23°00'30.88" N y a 98°10'04.20" O |
| <b>Tratamiento 2</b>                            |                                   |
| Superficie                                      | 5.30 Hectáreas                    |
| Perímetro                                       | 1.3 Kilómetros                    |
| Altitud   | 85.7 MSNM                         |
| Coordenadas                                     | 23°00'32.88" N y a 98°10'07.60" O |

*Fuente: Google-Earth (www.google.com.mx/intl/es/earth/explore/products/related, 2013).*

#### 4. 8 Valor nutricional de los pastos

En los tres experimentos, el pasto ofrecido a los becerros acondicionados tuvo un contenido de proteína cruda (PC) similar al ofertado a los becerros del grupo testigo (Figura 10). Solamente hubo dos fechas (al día +56 del primer

experimento, así como al día +28 del tercer experimento), en las que fue mayor el contenido de PC del pasto disponible para los animales acondicionados.

En el Cuadro 10 se presenta el valor nutricional de los pastos con su desviación estándar (DS), en los diferentes períodos evaluados en los tres experimentos. El contenido de FDN (fibra detergente neutro o pared celular) fue ligeramente superior para el pasto ofrecido por los becerros del grupo testigo en varias fechas de los experimentos 1 y 2, así como al día +28 del experimento 3 (Figura 10).

Para el experimento 1, el contenido de PC de los pastos fue de 6.89 y 6.79%, respectivamente para el grupo testigo y acondicionado. El valor más alto de PC correspondió al día -28 en el grupo testigo con 10.24 %, mientras que para el grupo acondicionado fue el día 0, con 8.24 %. Los valores de FDN y FDA fueron de 72.16 y 37.07%, así como 69.96 y 36.35 %, para los pastos ofrecidos al grupo testigo y acondicionado, respectivamente.

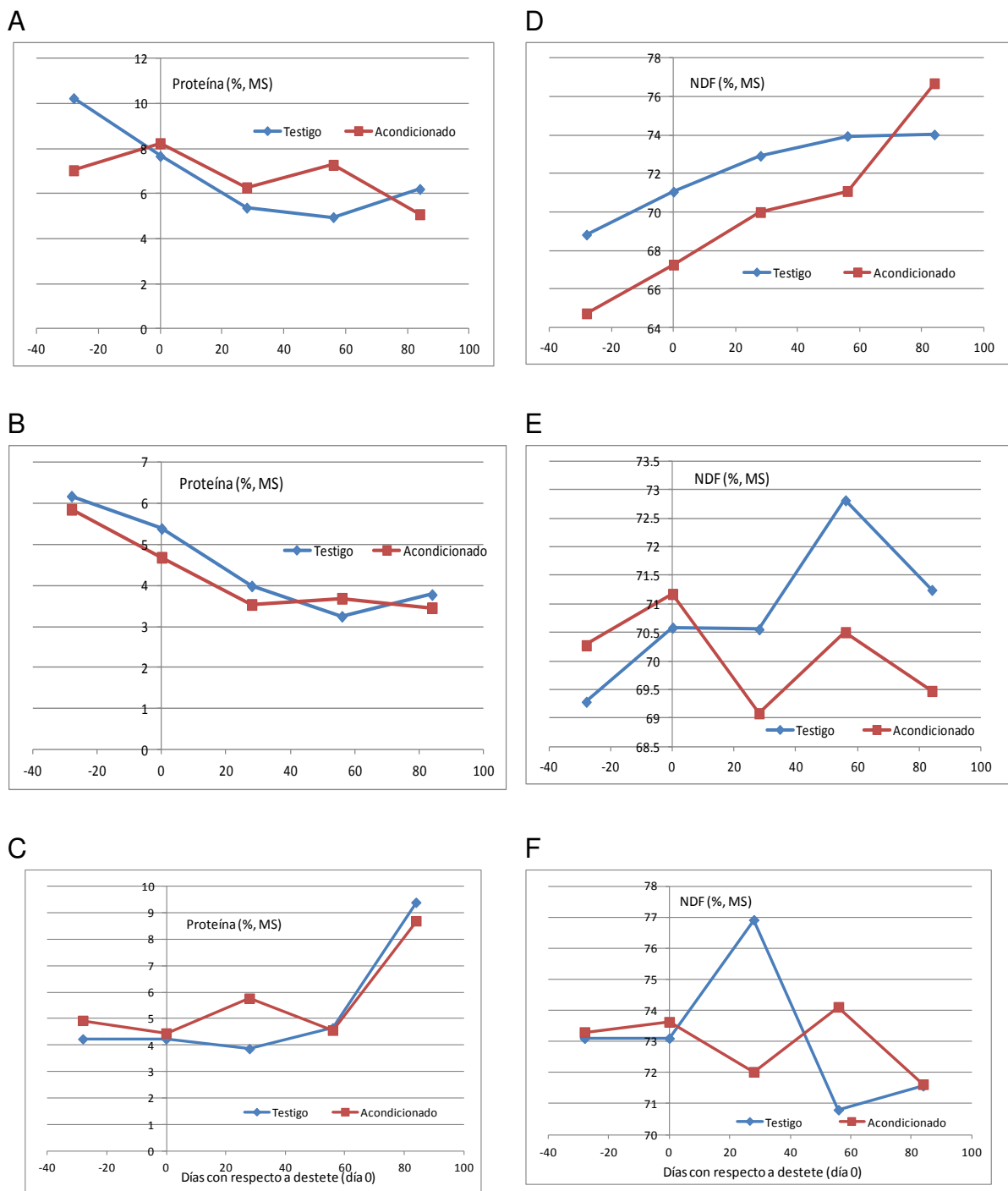


Figura 10.- Contenido de proteína cruda (A, B, C) y de FDN (D, E, F) de pastos consumidos por los becerros condicionados (rojo) y testigo (azul) durante los tres experimentos (Expto 1 A y D; Expto 2 B y E; Expto 3 C y F).

Cuadro 10.- Composición química promedio de los pastos (% , con base en MS) en los períodos evaluados de los tres experimentos. En paréntesis se presenta la desviación estándar.

| Período | Fuente         | Experimento 1   |                 | Experimento 2   |                 | Experimento 3   |                 |
|---------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|         |                | Testigo         | Acondicionado   | Testigo         | Acondicionado   | Testigo         | Acondicionado   |
| día -28 | Proteína cruda | 10.24<br>(2.67) | 7.04<br>(0.80)  | 6.18<br>(1.66)  | 5.86<br>(1.15)  | 4.22<br>(1.15)  | 4.92<br>(0.91)  |
|         | FDN            | 68.83<br>(2.08) | 64.74<br>(2.30) | 69.29<br>(2.70) | 70.28<br>(1.52) | 73.09<br>(1.99) | 73.29<br>(1.24) |
|         | FDA            | 34.11<br>(1.64) | 35.32<br>(1.37) | 38.88<br>(1.89) | 40.28<br>(1.24) | 40.63<br>(2.46) | 42.79<br>(1.03) |
| 0       | Proteína cruda | 7.67<br>(0.72)  | 8.24<br>(1.42)  | 5.39<br>(1.23)  | 4.69<br>(1.34)  | 4.22<br>(2.05)  | 4.44<br>(0.99)  |
|         | FDN            | 71.06<br>(1.36) | 67.27<br>(1.11) | 70.59<br>(1.15) | 71.18<br>(1.88) | 73.09<br>(2.05) | 73.62<br>(2.76) |
|         | FDA            | 35.21<br>(1.83) | 31.09<br>(2.50) | 39.51<br>(1.35) | 40.76<br>(1.28) | 40.63<br>(5.12) | 35.96<br>(3.87) |
| 28      | Proteína cruda | 5.38<br>(0.79)  | 6.28<br>(0.69)  | 3.99<br>(0.54)  | 3.54<br>(0.49)  | 3.85<br>(0.40)  | 5.76<br>(0.76)  |
|         | FDN            | 72.92<br>(1.67) | 70.00<br>(3.42) | 70.56<br>(2.30) | 69.09<br>(1.65) | 76.90<br>(1.74) | 72.01<br>(1.12) |
|         | FDA            | 37.29<br>(1.87) | 39.70<br>(2.82) | 41.03<br>(2.20) | 38.09<br>(1.75) | 42.84<br>(2.73) | 36.33<br>(5.54) |
| 56      | Proteína cruda | 4.96<br>(0.59)  | 7.28<br>(0.45)  | 3.25<br>(0.43)  | 3.69<br>(0.54)  | 4.64<br>(1.67)  | 4.55<br>(0.74)  |
|         | FDN            | 73.95<br>(1.50) | 71.09<br>(0.79) | 72.82<br>(0.96) | 70.51<br>(2.38) | 70.79<br>(1.82) | 74.10<br>(3.42) |
|         | FDA            | 41.79<br>(1.51) | 34.72<br>(0.96) | 41.17<br>(1.31) | 41.22<br>(1.58) | 39.33<br>(1.29) | 41.88<br>(1.80) |
| 84      | Proteína cruda | 6.21<br>(1.10)  | 5.09<br>(0.37)  | 3.78<br>(0.51)  | 3.46<br>(0.45)  | 9.39<br>(1.16)  | 8.69<br>(0.98)  |
|         | FDN            | 74.03<br>(0.85) | 76.69<br>(1.55) | 71.25<br>(1.98) | 69.48<br>(3.30) | 71.56<br>(2.74) | 71.61<br>(2.43) |
|         | FDA            | 36.97<br>(1.22) | 40.90<br>(2.08) | 41.21<br>(1.44) | 40.45<br>(0.87) | 36.12<br>(1.78) | 36.78<br>(2.92) |

En el experimento 2, el contenido de PC de los pastos fue menor a los valores de los experimentos uno y tres, con 4.52 y 4.25 %, para los grupos testigo y los becerros acondicionados, respectivamente. Al inicio de este estudio se presentaron los valores más altos de PC en el día -28 con 6.18 y 5.86 %. En el

caso de la FDN y FDA los valores fueron de 70.9 y 40.4 % y de 70.1 y 40.2 % para el grupo testigo y el acondicionado, respectivamente (Cuadro 10).

En el experimento 3, los contenidos de PC, FDN y FDA, fueron 5.26, 73.1 y 39.9 % para el grupo testigo; mientras que para el grupo acondicionado fueron 5.67, 72.9 y 38.8 %, respectivamente. El valor más alto de PC se presentó en el último período (día + 84), con 9.39 y 8.69 %, para T1 y T2 respectivamente. El valor más bajo se presentó para el testigo en el día +28 con 3.85 %, y para el grupo acondicionado se presentó en el período del día 0 con 4.44 % (Cuadro 10).

Sánchez y Soto (1996) obtuvieron en áreas tropicales valores de PC de 13.1% y 14.1% para el pasto Estrella africana, valores superiores a los obtenidos en el presente estudio (7.5% para T1 y 7.15% para T2). En un estudio realizado en el norte de Veracruz, se obtuvieron valores de 8.09% de PC para el pasto Guinea (Juárez *et al.*, 2009), quienes también reportaron para el mismo pasto un 72.2 % de FDN. Los valores de FDN encontrados en el presente estudio fueron 70.1 para el T1, y 68.8% para T2.

Juárez *et al.* (2009) obtuvieron diferencias en producción y calidad de varias especies de pastos tropicales evaluados bajo las mismas condiciones ambientales. Juárez y Bolaños (2007), señalan la importancia de incluir en la evaluación de la calidad forrajera, además del contenido de proteína cruda, la tasa de crecimiento de la planta. En el caso del Guinea (*Megathyrsus maximum*) en el trópico húmedo que tuvo una tasa de crecimiento de 133 kg ha<sup>1</sup> d<sup>1</sup> en condiciones

edáficas y térmicas aceptables, mientras que en la época de mínima precipitación pluvial las mismas fueron de  $32 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ .

#### **4. 9 Análisis económico**

El análisis económico realizado tuvo el objetivo de determinar la diferencia entre Ingreso y Costos asociados a las prácticas zootécnicas realizadas en los dos tratamientos evaluados.

El Cuadro 11 presenta los resultados del análisis económico realizado para cada experimento, para comparar los efectos del acondicionamiento y suplementación de becerros con el grupo testigo.

El suplemento consumido individualmente por los animales suplementados durante el período experimental, fue en promedio de 49.64 kg. El suplemento tuvo un costo de \$7.17/kg. Multiplicado este precio por el consumo, da un costo de \$356.00/animal. El costo de mano de obra fue de \$130.18/animal. Para el caso de los animales no acondicionados solo se consideró el gasto de mano de obra (de \$130.18/animal), pues no se tuvieron gastos de manejo sanitario o alimentación. Para los cálculos económicos se consideraron los egresos realizados, como si el becerro hubiera sido adquirido (peso inicial) y hubiera sido vendido al final del estudio (peso final), al precio ponderado a nivel nacional que marcaba la Secretaría de Economía (2015), de \$40.26/kg al mes de Mayo de 2015.

Cuadro 11.- Resumen del análisis de Diferencias del Incremento de precio menos el Costo de los tratamientos de los experimentos 1, 2 y 3 (\$ = Pesos mexicanos).

|                               | Experimento 1<br>Secas 2012 |                       | Experimento 2<br>Lluvias 2012 |                       | Experimento 3<br>Secas 2013 |                       |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
|                               | Testigo                     | Acondicio<br>namiento | Testigo                       | Acondicio<br>namiento | Testigo                     | Acondicio<br>namiento |
| Precio inicial (\$)           | 82,678                      | 83,568                | 92,534                        | 90,891                | 131,819                     | 128,603               |
| Precio final (\$)             | 104,990                     | 130,861               | 113,545                       | 118,884               | 149,683                     | 173,090               |
| Incremento de precio (I, \$)  | 22,312                      | 47,293                | 21,012                        | 27,993                | 17,863                      | 44,487                |
| Costo de tratamientos (C, \$) | 2,213                       | 5,157                 | 2,213                         | 5,157                 | 2,213                       | 5,157                 |
| Diferencia I – C (\$)         | 20,099                      | 42,136                | 18,799                        | 22,836                | 15,650                      | 39,330                |

En los experimentos 1 y 3 los becerros acondicionados y suplementados dieron un beneficio económico mayor del doble de los becerros testigo, mientras que en el experimento 2 (época de lluvias) el beneficio económico del acondicionamiento y suplementación fue 21% mayor al del grupo testigo.

En nuestro país se realizan diferentes prácticas de manejo en ganado bovino productor de carne, con sus variantes de acuerdo a cada región agroecológica y grado de tecnificación. Cuando se lleva a cabo un análisis económico en alguna explotación de ganado, se deben de llevar a cabo la mayor parte de registros económicos para conocer la rentabilidad del proceso.

En el caso del desarrollo del ganado productor de carne del nacimiento al destete el becerro recibe una serie de prácticas de manera aislada como: control de parásitos internos y externos, descorne, castración, identificación, etc. (Ávila y

Mena, 2010) o bien en ocasiones los animales son apoyados con algún tipo de complemento alimenticio (Ibarra *et al.*, 2011).

También se llevó a cabo un análisis económico completo del sistema productivo, orientado a determinar la rentabilidad de un proyecto de inversión. De esta manera se buscó determinar el beneficio económico real para un productor que invierte o no en las prácticas de acondicionamiento de becerros antes del destete.

La obtención del VAN (Valor Actual Neto) y la relación B/C (Beneficio/Costo) en un análisis económico en una empresa, ayuda a tomar una decisión sobre los aspectos de rentabilidad de la inversión. Con estos rubros se puede determinar la viabilidad financiera y factibilidad del proyecto de inversión productiva, calculando la Rentabilidad de la inversión de productos agropecuarios.

(<http://www.agroproyectos.org/como-calcular-el-van-tir-bc-paso-paso>).

En el cuadro 12, se presenta el resultado de análisis VAN y Relación B/C de los tres experimentos realizados. En el experimento 1 (secas 2012), se tuvo un Valor actualizado neto para el grupo acondicionado de \$38,305.00, mientras que para el grupo Testigo el Valor actualizado neto fue de \$18,271.00. En los dos tratamientos la rentabilidad fue positiva. Por cada peso invertido para el grupo testigo se recuperaba un \$0.24, mientras que para la inversión del segundo grupo la recuperación fue de \$0.47 por peso invertido.

En el experimento 2 (Lluvias 2012), el VAN para el grupo testigo de \$15,536.00, y para el segundo grupo fue de \$18,872.00. La rentabilidad para ambos grupos de animales fue de 1.20 y 1.24 en ese orden. La diferencia entre tratamientos fue de 0.04. En este caso (determinado en la época de lluvias) aquel productor que



invierte en llevar a cabo la práctica de acondicionamiento tiene un efecto positivo de 4% con respecto al que no la realizó.

En el experimento 3 (secas 2013), el Valor actualizado neto para el T1, o control fue de \$11,758.00 mientras que para el grupo T2 fue de \$29,549.00. Los resultados de Beneficio/Costo fueron de 1.12 y 1.29, respectivamente. En otras palabras por cada peso invertido se tenía una recuperación de la inversión de \$0.12 y de \$0.29, para el grupo control y de estudio, respectivamente. Para este caso la diferencia entre tratamientos fue de \$0.17.

En general se puede observar en el análisis de rentabilidad que el acondicionamiento de los becerros tuvo mejor efecto económico durante la época de sequía, que en la época de lluvias.

Cuadro 12.- Resultados del VAN y Relación B/C en becerros no acondicionados (Testigo) y acondicionados de los experimentos 1, 2 y 3 (\$=Pesos mexicanos).

|            | <b>Experimento 1</b><br>Secas 2012 |                        | <b>Experimento 2</b><br>Lluvias 2012 |                        | <b>Experimento 3</b><br>Secas 2013 |                        |
|------------|------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|
|            | Testigo                            | Acondiciona-<br>miento | Testigo                              | Acondiciona-<br>miento | Testigo                            | Acondiciona-<br>miento |
| VAN (\$)   | 18,271                             | 38,305                 | 15,536                               | 18,872                 | 11,758                             | 29,549                 |
| R: B/C     | 1.24                               | 1.47                   | 1.20                                 | 1.24                   | 1.12                               | 1.29                   |
| Diferencia |                                    | +18 %                  |                                      | +3 %                   |                                    | +15 %                  |

#### 4. 10 Temperatura y precipitación

En la Figura 11, se presentan los datos de precipitación y temperaturas registradas en las estaciones meteorológicas “Ejido Rancho de Piedra”, a 4 km del Rancho “Don Enrique” donde se llevaron a cabo los experimentos 1 y 3 para evaluar la época seca, durante dos años consecutivos en los meses de enero a mayo. En el 2012, la precipitación acumulada fue de 180 mm. En esta localidad para el experimento 1, se registraron las temperaturas mínima, máxima y promedio de 14.2, 31.4, y 25.9 °C, respectivamente. La precipitación registrada fue de 212.7 mm. Para el experimento 3, las temperaturas mínima, máxima y promedio fueron 9.4, 35, y 30.5 °C, y la precipitación fue 102.5 mm.

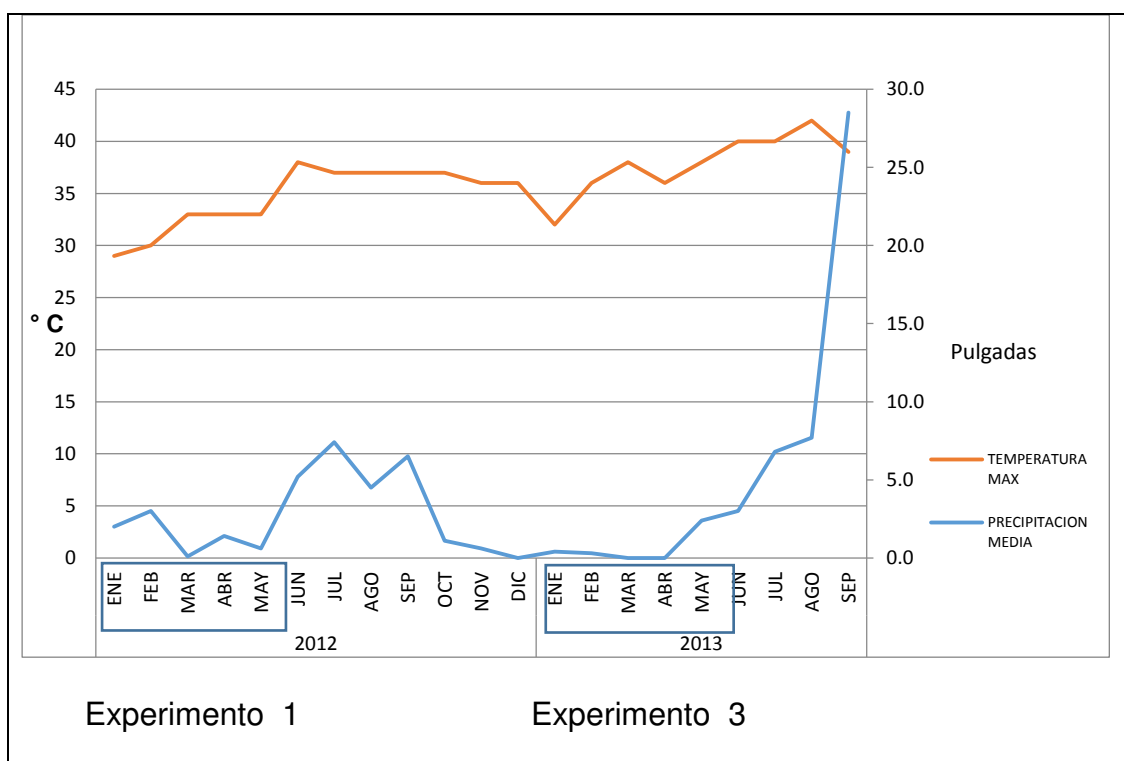


Figura 11.- Precipitación y temperatura en el rancho "Don Enrique", época seca experimentos 1 y 3.

Los datos de precipitación y temperatura se presentan en la Figura 12, donde se muestran los periodos en que se llevó a cabo el estudio. La época de lluvias en esta localidad se registró a partir del mes de octubre a febrero. Durante este período se tuvo una precipitación promedio acumulada de 101 mm. Los datos generales de las condiciones climatológicas fueron para temperatura mínima, máxima y promedio de 14.2, 33 y 27.7 °C, respectivamente y la precipitación fue de 436 mm.

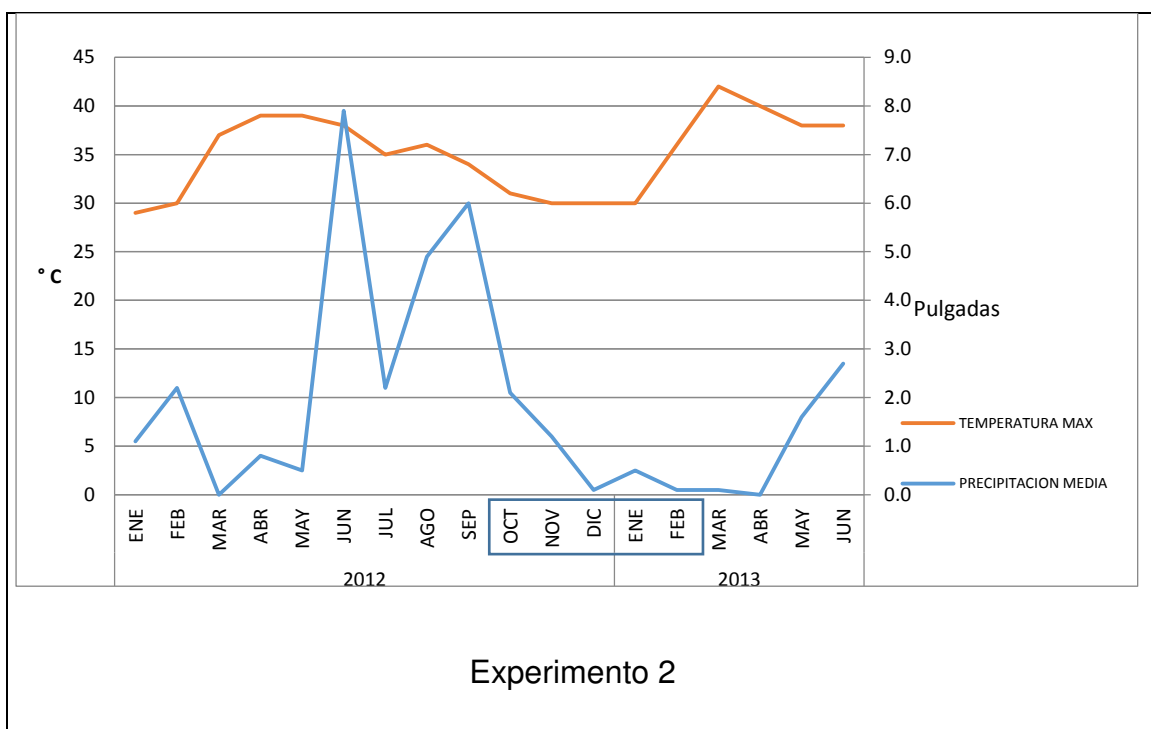


Figura 12.- Precipitación y temperatura del rancho “La Laguna Colorada”, durante la época de lluvias experimento 2.

La cantidad y distribución de la precipitación, los nutrientes del suelo, la presencia de herbívoros y la ocurrencia del fuego son los cuatro principales determinantes para el funcionamiento de la sabana tropical (Tothill y Mott, 1985).

La época de lluvias y el estatus de nutrientes en el suelo son la clave de los factores que afectan la producción primaria (Burke *et al.*, 1990). Algunas evidencias indican que la predicción en la variedad de consumo en diferentes hábitats o condiciones de pastoreo (Moore, 1993), depende de su potencial productivo (McNaughton *et al.*, 1989). La relación entre la productividad vegetal y las propiedades climáticas, principalmente la precipitación y temperatura (Sims and Singh 1978; Lauenroth, 1979), y su interacción con la textura del suelo ha sido examinado por varios investigadores (Schimel *et al.*, 1985, Burke *et al.*, 1989). La distribución de la precipitación puede también ser significativa influencia en la producción (Lauenroth, 1979, Sala *et al.*, 1988).

## **5. CONCLUSIONES**

El acondicionamiento de becerros 28 días antes del destete no tuvo efecto significativo sobre peso, cambios de peso y condición corporal de las vacas madres.

En becerros acondicionados no hubo interacción tratamiento por sexo ni efecto de sexo en las variables evaluadas.

Con el acondicionamiento de becerros antes del destete se obtiene una mejor ganancia diaria de peso y una menor incidencia de enfermedades (principalmente las respiratorias).

Las concentraciones de UN y GS fueron similares entre tratamientos estudiados.

Se detectó una débil respuesta a la presencia de anticuerpos a IBR y DVB hasta los 84 días posteriores al destete.

Hubo una mejor rentabilidad de la práctica de acondicionamiento en becerros antes del destete y suplementación posdestete, cuando ésta se practicó durante la época de sequía (20%) que en la época de lluvias (4%).

De acuerdo a los experimentos realizados en el presente estudio, en México se debería de proponer un protocolo de manejo para los becerros antes del destete con el fin de mejorar el comportamiento de los animales jóvenes y obtener un valor agregado para el productor y el comprador.

## 6. LITERATURA CITADA

- Aban J A, Delgado R, Magaña J G, Segura J C. 2008. Factores que afectan el porcentaje de gestación a 120 días posparto en vacas cebú y cruza con europeo en el sureste de México. Rev. AIA;12 (1):45-56.
- Améndola M R D, Castillo E, Martínez P A. 2005. Perfiles por País del recurso pastura/forraje. Especies forrajeras disponibles en México.  
<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/Counprof/mexico/Mexico.htm> (acceso el 2 de mayo de 2014).
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA, USA.
- Ariasa R A, Maderb T L, Escobara P C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Arch Med Vet; 40:7-22.
- Arthington J D, Minton J E. 2004. The effect of early calf weaning on feed intake, growth, and postpartum interval in thin, Brahman-crossbred primiparous cows. Prof. Anim. Sci. 20:34–38.
- Arthington J D, Spears J W, Miller D C. 2005. The effect of early weaning on feedlot performance and measures of stress in beef calves. J Anim Sci; 83:933–939.
- Avent RK, Ward C E, Lalman D L. 2004. Asymmetric Value of preconditioning Programs for Feeder Cattle. Paper presented at the annual meeting of the AAEP & WAEA 2002, Long Beach California.

- Ávila G J, Mena S T. 2010. Cuidado vaca-becerro ganado de carne y doble propósito. Memoria del XXXIV Congreso Nacional de Buiatría. AMMVZBAC. CINTERMEX, Monterrey, N. L., pp10-18.
- Bailey E A, Titgemeyer E C, Olson K C, Brake D W, Jones M L, Anderson D E. 2012. Effects of supplemental energy and protein on forage digestion and urea kinetics in growing beef cattle. J Anim Sci; 90:3492-3504.
- Balbuena O, García P T, Kucseva C D, Stahringer R C. 2000. Efecto de la suplementación invernal con diferentes niveles de semilla de algodón sobre la composición de la grasa en novillos. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Montevideo, marzo.
- Babcock A H, White B J, Dritz S S, Thomson D U, Renter D G. 2009. Feedlot health and performance effects associated with the timing of respiratory disease treatment. J Anim Sci; 87:314–327. doi:10.2527/jas.2008-1201.
- Bavera G A, Peñafort C H. 2006. Alimentación diferenciada del ternero al pie de la madre. Memorias del Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) (Consultado 20 de enero de 2012).
- Bernal J, Espinosa J. 2003. Manual de nutrición y fertilización de pastos. Potash and Phosphate Institute of Canada. 94p.
- Beverly J R. 1985. Reproduction in beef cattle as related to nutrition and body condition. Kentucky roundup of reproductive efficiency in beef cattle. pp.1-12.
- Blanco M, Villalba D, Ripoll G, Sauerwein H, Casasús I. 2009. Effects of early weaning and breed on calf performance and carcass and meat quality in

- autumn-born bull calves. *Livest Sci*; 120:103–115.
- Boyles S L, Loerch S C, Lowe G D. 2007. Effects of weaning management strategies on performance and health of calves during feedlot receiving. *Prof Anim Sci*; 23(6): 637-641.
- Brooks K R, Raper K C, Ward C E, Holland B P, Krehbiel C R, Step D L. 2010. Economic effects of bovine respiratory disease on feedlot cattle during backgrounding and finishing phases. *Oklahoma Coop. Ext. Serv. P-1027*. Accessed July 13,2010.<http://osufacts.okstate.edu>.
- Brumbaugh G W. 2007. The immune system and recovery from sickness in cattle Proceedings, The Range Beef Cow Symposium XX, December 11, 12 and 13, 2007 Fort Collins, Colorado.
- Bull R C. 2010. Efectos de la nutrición prenatal en el comportamiento posparto de la vaca y el becerro. Comité de Recursos de Ganado Productor de Carne del Oeste de Estados Unidos. Archivos del Productor de Ganado de Carne. Sección Nutrición CL331-S. (Consultado 20 de enero de 2012).
- Burke N C, Scaglia G, Boland H T, Swecker W S Jr. 2009. Influence of two-stage weaning with subsequent transport on body weight, plasma lipid peroxidation, plasma selenium, and on leukocyte glutathione peroxidase and glutathione reductase activity in beef calves. *Vet Immunol and Immunopathology*; 127:365–370
- Burke I C, Schimel D S, Yonker C M, Parton W J, Joyce L A, Lauenroth W K. 1990. Regional modeling of grassland biogeochemistry using GIS. *Landscape Ecology* 4:45-54.



- Burke I C, Yonker C M, Parton W J, Cole C V, Flach K, Schimel D S. 1989. Texture, climate, and cultivation effects on soil. *Science Society of America Journal* 53:800-805.
- Buskirk D D, Lemenager R P, Horstman L A. 1992. Estimation of net energy requirements (NEm and NE) of lactating beef cows. *J Anim Sci.* 70:3867–3876.
- Cabello R K, Quispe Ch R, Rivera H. 2006. Frecuencia de los virus parainfluenza-3, respiratorio sincitial y diarrea bovina en un rebaño mixto de una comunidad campesina de Cusco. *Rev Inv Vet Perú*, 17(2):167-172.
- Cabrera N A, Elorza M P, Daniel R I. 2005. Efecto de tres suplementos proteicos sobre la ganancia de peso en becerros cebú/suizo que pastan en zacate Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). *Rev UDO Agrícola*; 5 (1):103-106.
- Cano C J P. 1994. Manual de prácticas de clínica de los bovinos 1ra.ed: Ávila GJ, Cano CJP, Olguín BA. Fac. Med. Vet. y Zoot. UNAM.  
[http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/22\\_CLI\\_NICA\\_BOVINOS.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/22_CLI_NICA_BOVINOS.pdf). (Consultado 5 nov, 2014).
- Choisis J P, Cervantes N, Lhoste P. 1990. Effets saisonniers sur certains paramètres de la production bovine dans les élevages mixtes de l'Etat de Colima au Mexique. *Revue Elev. Méd. Vét Pays Trop.* 43: 97-104.
- Clark J H, Olson K C, Schmidt T B, Larson R L, Ellersieck M R, Alkire D O,

- Meyer D L, Rentfrow G K, Carr C C. 2006. Effects of respiratory disease risk and a bolus injection of trace minerals at receiving on growing and finishing performance by beef steers. *Prof. Anim. Sci.* 22:245–251.
- Coppo JA, Coppo NB, Revidatti MA, Capellari A. 2002. Early weaning promotes improvement of blood nutritional indicators in half-bred zebu cows. *Liv Res Rur Develop*; 4:5.
- Cravey, M. 1996. Preconditioning effect on feedlot performance. In *Proceedings of the Southwest Nutrition and Management Conference*, Phoenix, AZ, 33–37.
- Cruz Z A. 2006. Principales factores que afectan la prolificidad del ganado vacuno en Latinoamérica REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. VII, núm. 10, octubre, 2006, pp. 1-11, Veterinaria Organización España. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006.html>
- Cundiff L V, Nuñez-Dominguez R, Dickerson G E, Gregory K E, Koch R M. 1992. Heterosis for lifetime production in Hereford, Angus, Shorthorn, and crossbred cows. *J Anim Sci.* (70):2397-2410.
- Dauguschies A, Najdrowski M. 2005. Eimeriosis in Cattle: Current Understanding. *J Vet Med; Series B*, 52(10):417-427.
- De Las Heras-Torres J G, Osorio-Arce M M, Segura-Correa J C, Aranda-Ibáñez E, Aguilar C J A. 2008. Factores que afectan las constantes de la curva de crecimiento de becerros en un sistema de doble propósito en el trópico. *Revista Científica, FCV-LUZ*; Vol. XVIII, No. 4, 393-397.

- Delgado R, Magaña J G, Galina C, Segura J C. 2004. Effect of body condition at calving and its changes during early lactation on postpartum reproductive performance of Zebu cows in a tropical environment. *J. Appl. Anim. Res.* 26:23-28.
- Dhuyvetter K C. 2004a. Preconditioning beef calves: Are expected premiums sufficient to justify the practice?. Western Agricultural Economics Association Annual Meeting, Honolulu, Hawaii, Jun 30- July 2.
- Dhuyvetter K C. 2004b. Economics of Preconditioning Calves. Kansas State University Agricultural Lenders Conference, Kansas State University, K-State Alumni Center, Manhattan, KS.
- Dhuyvetter K C, Bryant A M, Blasi D A. 2005. Case study: Preconditioning Beef Calves: Are Expected Premiums Sufficient to Justify the Practice?. *Prof Anim Sci*; (21):502–514.
- Duff G C, Galyean M L. 2007. BOARD-INVITED REVIEW: Recent advances in management of highly stressed, newly received feedlot cattle. *J Anim Sci*; 85:823–840.
- Esqueda MH, Sosa EE, Chávez AH, Villanueva F, Lara MJ, Royo MH, Sierra S. González A, Beltrán S. 2011. Manual de capacitación “Ajuste de Carga Animal en tierras de pastoreo” Folleto Técnico No. 4, MX-0-310490-06-11-00-09-04. Unidad Técnica Especializada Pecuaria, INIFAP-SAGARPA.

Estrada A. 2008. Nodo de *www.inifap-*

*nortecentro.gob.mx/files/.../Demandas\_Bovino\_Carne.p...* bovinos carne.

(Consultado el 30 de Marzo de 2011).

Estrada R, Parra M, Magaña J G, Santos J, Aguilar C. 2002. Estimation of pparent energetic and economic efficiency of cows with different levels of *Bos taurus/ B. indicus* blood, using a simulation model, on dual purpose herds in the tropics of Mexico. *In*: Eds: E.Owen, T. Smith, M.A. Steele, S. Anderson, A.J. Duncan, M. Herrero, J.D. Leaver, C.K. Reynolds, J.I. Richards and J.C. Kú-Vera. Responding to the livestock revolution: the role for globalization and implication for poverty alleviation. BSAS Publication 33. Nottingham University Press. p:51-52.

FAO. 1999. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Informe de la FAO. Oficina Regional de la FAO para América Latina.  
[http://www.fao.org/clim/index\\_en.htm](http://www.fao.org/clim/index_en.htm)

Foster A H, Blight G W. 1984. Liveweight response of cattle grazing native pasture in south east Queensland when supplemented with urea/molasses in winter and spring. *Top. Grassl.* 18 (3) 131-137.

Fulton R W, Cook B J, Step D L, Confer A W, Saliki J T, Payton M E, Burge L J, Welsh R D, Blood K S. 2002. Evaluation of health status of calves and the impact on feedlot performance: Assessment of a retained ownership program for postweaning calves. *Can. J. Vet. Res.* 66:173–180.

- Galli I O, Monje A R, Vittone S, Sampedro D, Busto C. 2005. Destete precoz: en Cría vacuna: Manual para la toma de decisiones y ejecuciones de la técnica.
- Serie Manual de la Cría vacuna, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Concepción del Uruguay; Vol. 2. 1-28.
- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., pp 256.
- Garcia M D, Thallman R M, Wheeler T L, Shackelford S D, Casas E. 2010. Effect of bovine respiratory disease and overall pathogenic disease incidence on carcass traits. J. Anim. Sci. 2010. 88:491–496. doi:10.2527/jas.2009-1874.
- Gardner B A, Nothcutt S L, Dolezal H G, Gill D R, Ray F K, Morgan J B, Shearhart C W. 1996. Factors influencing profitability of feedlot steers. Anim Sci Res Rep, Oklahoma State University, Oklahoma Agricultural Experiment Station. Stillwater, Ok. Pp. 164.
- González M F, Bas F. 1992. Factores que afectan la inmunidad pasiva en terneros recién nacidos. Ciencia e Investigación Agraria. V. 19(1-2) Pp. 59-74. (Ene-Ago).
- Google-Earth, [www.google.com.mx/intl/es/earth/explore/products/related](http://www.google.com.mx/intl/es/earth/explore/products/related) (2013)
- Grandin T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. J Anim Sci;75:249–257.

- Griffin D, Chengappa M M , Kuszak J, MCvey D S.2010. Bacterial pathogens of the bovine respiratory disease complex Vet. Clin. North Am. Food. Anim. Pract. 26:381.
- Guarneros A R. 2012. Suplementación predestete de Ganado bovino. CIR -Noreste, C.E. Las Huastecas. Folleto técnico No. MX-0-31-0406-06-03-14-09-26;1-28.
- Herd D B, Sprott L R. 1998. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. Texas farmer Collection. Texas A&M University System. <http://AgriLifeBookstore.org>.
- Heredia F, Campos R, Giraldo L, García K. 2015. Niveles séricos de ghrelina, hormona del crecimiento e insulina en la fase de crecimiento de bovinos en condiciones de trópico. Rev CES Med Zootec.; Vol 10 (1): 45-56.
- Hernández A R B, Pineda F A C, Velázquez L G M, Romero E M. 2009. Manual de Prácticas de Producción y Aprovechamiento de Forrajes. Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica.UNAM. pp 33-53.
- Hernández M. 1981. Pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), Pastos y Forrajes Vo.4, No.2.
- Hernández-Reyes E, Segura-Correa V M, Segura-Correa J C, Osorio-Arce M M. 2001. Intervalo entre partos, duración de la lactancia y producción de leche en un hato de doble propósito en Yucatán, México. Agrociencias 35:699-705.
- Hersom MJ, Myer RO, Carter JN. 2011. Influence on weaning weights of nursing

- beef cattle calves de-wormed 90 days prior to weaning. *Livest Sci*; 136:270–272.
- Hicks B. 2006. Impact of morbidity on performance and profitability of feedlot cattle. *In* Beef Cattle Research Update. Oklahoma State University, Panhandle Research and Extension Center. May, pag.1-2.
- Holland B P, Burciaga-Robles L O, Vanoverbeke D L, Shook J N, Step D L, Richards C J, Krehbiel C R. 2010. Effect of bovine respiratory disease during preconditioning on subsequent feedlot performance, carcass characteristics, and beef attributes. *J Anim Sci*. 88:2486–2499.  
doi:10.2527/jas.2009-2428.
- Horn G W, McCollum F T. 1987. Energy supplement of grazing ruminants. Proceeding, Grazing Livestock Nutrition Confernce.USA.
- Horn G W, Cravey M D, McCollum F T, Strasia C A, Krenzer E G Jr., Claypool P L. 1995. Influence of high-starch vs high-fiber energy Supplements on performance of stocker cattle grazing wheat pasture and Subsequent feedlot performance. *J. Anim. Sci*. 73:45-54.
- Houghton P L, Lemenager R P, Moss G E, Hendrix K S. 1990. Prediction of postpartum beef cow body composition using weight to height ratio and visual body condition score. *J Anim Sci*. 68:1428.
- Ibarra F F A, Moreno C Y, Martín R M H, Moreno M S, Denogean B F, Baldenegro C A, León M F L. 2011. El destete precoz como una herramienta para incrementar la rentabilidad en los ranchos ganaderos de Sonora, México.

Revista mexicana de Agronegocios. Quinta Época. Año XV, Volúmen 28, Enero-junio. Pp 531-542.

INEGI. 2004. (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). Anuarios Estadísticos de los Estados, 2004. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 2004. p. 197.

Jiménez O R, Domínguez P A, Galindo C F, Pereda M E. 2015. Sistema de producción vaca-becerro en Durango. Folleto para productores No. 29, CIR Norte Centro C. E. Valle de Guadiana, SAGARPA-INIFAP.

Juárez H J, Bolaños A E D. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. Universidad y Ciencia Trópico Húmedo 23: (1):81-90, [www.ujat.mx/publicaciones/uciencia](http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia)

Juárez R A S, Cerrillo S M A, Gutiérrez E O, Romero E M, Colín N J, Bernal H. 2009.

Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencional y de la producción de gas in vitro. Tec Pecu Méx, 47(1):55-67.

Karrent D B, Basarab J A, Church T L. 1987. The growth and economic performance of preconditioned calves and their dams on the farm and of calves in the feedlot. Can J Anim Sci. 67: 327-336.

Koneswaran G, Nierenberg D. 2008. Global Farm Animal Production and Global Warming: Impacting and Mitigating Climate Change. Environmental Health Perspectives, Volume 116, Number 5, May 2008.



König M. 2010. <http://www.vetmed.uni-giessen.de/viro/en/diagnostik.php>.

(consultado el 3 de diciembre de 2012).

Lalman D, Gill D, Highfill G, Wallace J, Barnes K, Strasia Ch, Levalley B. 2010.

Nutrition and Management Considerations for Preconditioning Home Raised Beef Calves. Oklahoma Cooperative Extension Service ANSI-3031-2. Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets are also available on our website at: <http://osufacts.okstate.edu>

Lalman D L, Highfill G, Wallace J, Barnes K, Strasia C, Levalley B. 2007. Nutrition and Management Considerations for Preconditioning Home Raised Beef Calves. Oklahoma Cooperative Extension Service ANSI-3031.

Lalman D, Smith R. 2001. "Effects of Preconditioning on Health. Performance and Prices of Weaned Calves." F-3529 Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets, Oklahoma State University.

Lalman D, Hutson A, Shearhart W, Ward C, McKinley S. 2005. Preconditioning reduces sickness and death loss in weaned calves. J. Anim. Sci. 83 (Suppl.2): 21. (Abstr.), 201-205.

Lardy G P, Maddock TD. 2007. Creep feeding nursing beef calves. Veterinary Clinics of North America: Food Anim Practice. 23(1): 21-28.

Larsosn B, Niskansen R, Alenius S. 1994. Natural infection with bovine virus diarrhea virus in a dairy herd: A spectrum of symptoms including early reproductive failure and retained placenta. Anim. Reprod. Sci., 36:37-48.

- Lauenroth W K. 1979. Grassland primary production: North American grasslands in perspective. Perspectives in grasslands ecology. Pages 3-24 in N. R. French, editor. Ecological Studies Analysis and Synthesis.
- Lucas A S, William S, Swecker D S, Lindsay G S, Elvinger F C, Zajac A M. 2007. The effect of weaning method on coccidial infections in beef calves. Vet Parasitol; 145:228–233.
- Magaña J. 1995. Genetic effects on productive efficiency of dual purpose cattle. *In*: Dual Purpose Cattle Research. Anderson S., and J. Wadsworth (eds.). Proc. International Workshop. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán/International Foundation for Science. Mérida, México. pp: 326-339.
- Magaña M J G, Ríos A G, Martínez J C. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, Vol. 14, No. 3, 2006, pp. 105- 114.  
<http://bioline.org.br/request?la06019>.
- Marston T T, Lusby K S, Wettemann R P, Purvis H T. 1995. Effects of feeding energy or protein supplements before or after calving on performance of spring-calving cows grazing native range. J Anim Sci; 73:657-664.  
<http://www.journalofanimalscience.org/content/73/3/657>.
- Martin W S. 1983. Vaccination: Is it Effective in Preventing Respiratory Disease or Influencing Weight Gains in Feedlot Calves? Can Vet J; 24: 10-19.
- Martínez G, Montaña M, Palacios J A. 2008. Productividad hasta el destete de

- vacas Criollo, Guzerat y sus cruzas recíprocas F1. *Téc Pec Méx.* 46(1):1-12.
- Martínez G G, Petrocinio J, Herrera P. 1998. Factores que afectan el peso al destete en un rebaño de bovinos de carne. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 15: 266-277.
- Martínez M, Bravo J, Betancourt M, Morán V. 2001. Efecto de la suplementación sobre el crecimiento de becerros mestizos en la época seca. *Zootecnia Tropical*, Vol. 19, No. 1, pp. 31-42.
- Mas F, Velásquez A, Díaz J, Mayorga R, Alcántara C, Bocco G, Castro R, Fernández T, Pérez A. 2004. Assessing land use/cover changes: A Nationwide multidecade spatial database for México. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* (5): 249-261).
- Matejovsky K M, Sanson D W. 1995. Intake and digestion of low-medium and high-quality grass hays by lambs receiving increasing levels of corn supplementation. *J Anim Sci.* 73:2156-2163.
- Mathis C P, Cox S H, Löest C A, Petersen M K, Endecott R L, Encinias A M, Wenzel J C. 2008a. Comparison of Low-Input Pasture to High-Input Drylot Backgrounding on Performance and Profitability of Beef Calves Through Harvest. *The Professional Animal Scientist* 24:169-174.
- Mathis C P, Löest A, Carter B. 2008b. Preconditioning beef calves. New Mexico State University and the U.S. Department of Agriculture cooperating. Las Cruces, N.M.; Circular 637:1-8.

- McNaughton S J, Oesterheld M, Frank D A, Williams K J. 1989. Ecosystem-level patterns of primary productivity in terrestrial hábitats. *Natures* (London) 341:142-144.
- McNeill J W. 1999. Value added calves. Extension Animal Science, Texas A&M University. December, pag. 1-3.
- Meléndez S R M, Valdivia A G, Rangel E J, Díaz A E, Segura-Correa J C, Guerrero A L. 2010. Factores de riesgo asociados a la presencia de abortos y desempeño reproductivo en ganado lechero de Aguascalientes, México. *Rev Méx Cienc Pecu*, 1(4):391-401.
- Moore J E, Brant M H, Kunkle W E, Hopkins D I. 1999. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. *J Anim Sci*; 77:122-135.
- Moore K J, Vogel K P, Hopkins A A, Pedersen J F, Moser L E. 1993. Improving the digestibility of warm-season perennial grasses. *Proc. XVI International Grassland Congr.*, p. 447–448.
- Nahed-Toral J, Valdivieso-Pérez A, Aguilar-Jiménez R, Cámara-Cordova J, Grande-Cano D. 2013. Silvopastoral systems with traditional management in southeastern Mexico: a prototype of livestock agroforestry for cleaner production. *Journal of Cleaner Production*. 57: 266-279.
- NRC. 2010. (National Research Council), “Nutrient requirements of beef cattle” 7th Revised Edition. Washington, D. C. National Academy Press.

- Nicholson C. 1998. Intensificación de sistemas de producción bovina en los trópicos Eds. L. Vaccaro y A. Pérez. En: El desarrollo de la producción de leche en América Latina tropical: su impacto social y ambiental. Arch. Latinoam. Prod. Anim.6:1-18.
- Nnamdi D O, Girardin L C, Scott S L, Robins C, Block H, Iwaasa A, Khakbazan M, Lardner H. 2014. The effects of spring versus summer calving on beef cattle reproductive and growth performance in Western Canada. Canadian J Anim Sci, 10.4141/CJAS2013-180.
- Obando C, Ocanto D, Hidalgo M, Rodríguez J, Durán R. 2004. Efecto de la infección con los virus de rinotraqueitis infecciosa bovina y diarrea viral bovina sobre la reproducción en bovinos no vacunados. Revista Científica, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. vol. XIV, número 003.
- OIE Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals 2008.  
[http://www.oie.int/eng/normes/mmanual/A\\_summry.html](http://www.oie.int/eng/normes/mmanual/A_summry.html)
- Osorio M. Segura J C. 2002. Reproductive performance of dual purpose cows in Yucatán, Mexico. Livestock Research for Rural Development 14(3).  
<http://cipav.org.co/lrrd/lrrd14/3/Osor143.htm>.
- Osuna D, Ventura M, Casanova A. 1996. Alternativas de suplementación para mejorar la utilización de los forrajes conservados. II. Efecto de diferentes concentraciones de dos fuentes de energía en bloques nutricionales sobre el consumo y ganancia de peso en ovinos en crecimiento. Rev. Fac. Agon. (LUZ). 13:191-200.
- Owens F N, Dubeski P, Hanson C F. 1993. Factors that alter the growth and

- development of ruminants. *J Anim Sci*;71:3138-3150.
- Palma J M. 2006. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. *Arch. Latinoam. Pro. Anim.* 14:95.
- Pandey C B, Singh J S. 1992. Rainfall and grazing effects on net primary productivity in a tropical savanna, India. *Ecology*, Vol.73, No. 6.
- Parra-Bracamonte G M, Magaña J G, Delgado R, Osorio M, Segura J C. 2005. Genetic and non-genetic effects on productive and reproductive traits of cows in dual purpose herds in Southeastern Mexico. *Genet. Mol. Res.* 4(3):482-490.
- Pereda M E, González S S, Arjona E, Bueno G, Mendoza G D. 2005. Ajuste de modelos de crecimiento y cálculo de requerimientos nutricionales para bovinos brahmán en Tamaulipas, México. *Agrociencia*, enero-febrero, Vol. 39, número 001. pp 19-27.
- Pérez H P, Solaris M F, García-Winder M, Osorio-Arce M, Gallegos-Sánchez J. 2001. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas de doble propósito en dos sistemas de amamantamiento en el trópico. *Arch. Latinoam. Prod. Anim*; 9(2): 79-85.
- Peterson E B, Strohbehn D R, Ladd G W, Willham R L. 1989a. Beef calves before and after Entering the feedlot. *J Anim Sci*; 67:1678-1686.
- Peterson E B, Strohbehn D R, Ladd G W, Willham R L. 1989b. The economic viability of preconditioning for cow-calf producers. *J Anim Sci.* 67:1687-1697.
- Plasse D. 1988. Factores que influyen la eficiencia reproductiva de bovinos de carne en América Latina tropical y estrategias para mejorarla. IV Cursillo

- sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela; 1-51.
- Plasse D. 2000. Cruzamiento en bovinos de carne en América Latina Tropical: qué sabemos y qué nos falta saber. III Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal- Trabalhos.
- Poppi D P, McLaren S R. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. J Anim Sci; 73:278-290.
- Rayburn E B, Whetsell M S, Osborne P I. 2006. Calves weaned and backgrounded on pasture respond to pasture nutritive value and supplements. Forage and Grazinglands. USDA, National Agricultural Library: pp 63-70.
- Rentabilidad de la inversión de productos agropecuarios. (<http://www.agroproyectos.org/2013/08/relación-beneficio-costo.html>).
- Riley D G, Sanders J O, Knutson R E, Lunt D K. 2001. Comparison of F1 *Bos indicus* x Herford cows in Central Texas. I. Reproductive, maternal, and size traits. J Anim Sci (79):1431-1438.
- Rinehart L. 2008. Ruminant Nutrition for graziers. NCAT Agriculture specialist. IP318. Slot 52. Version 030308. [www.attra.ncat.org/attra-pub/ruminant.pdf](http://www.attra.ncat.org/attra-pub/ruminant.pdf)
- Rodríguez Q J I, Hernández Che, Pérez G F, González G H, García S E, Pérez M A. 2001. Desarrollo de becerros en praderas durante la época de sequía en el Valle de la Paz, Baja California Sur. XXIX Reunión Anual Asociación Mexicana de Producción Animal, Cd. Victoria, Tamaulipas:288-291.
- Roeber D L, Speer N C, Gentry J G, Tatum J D, Smith C D, Whittier J C, Jones G F, Belk K E, Smith G C. 2001. Feeder cattle health management: Effects

- on morbidity rates, feedlot performance, carcass characteristics, and beef palatability. *The professional Animal Scientist* 17:39-44.
- Saharrea A, Rubio I, Basurto C H. 2006. Efecto de la Condición Corporal sobre la Reproducción. Rancho "El Clarín" FMVZ-UNAM. Memorias del XIV día del ganadero 7 de julio de 2006; Martínez de la Torre, Ver.
- Sala O E, Parton W J, Joycei L A, Lauenroth W K. 1988. Primary production of the central grassland region of the United States, *Ecology* 69: 40-45.
- Sánchez J M I, Soto H. 1996. Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del Cantón de san Carlos. I. Materia seca y componentes celulares. *Nutrición Animal*. Vol. 3, No. 1, p3-18.
- SAS. 2003. User's guide: Statistics. SAS Institute, Inc. 4<sup>th</sup> ed., Cary, North Caroline. USA.
- Schimel D S, Stillwell M A, Woodmansee R G. 1985. Biogeochemistry of C, N and P on a catena of the shortgrass steppe. *Ecology* 66:276-282.
- Schneider MJ, Tait Jr. R G, Ruble M V, Busby W D, Reesy J.M. 2010. Evaluation of fixed sources of variation and estimation of genetic parameters for incidence of bovine respiratory disease in preweaned calves and feedlot cattle. *J Anim Sci*. 88:1220.
- Secretaría de Economía. 2015. (SE). Cuadro Comparativo Anual Nacional Pecuario. Bovinos: Ganado en Pie: Novillo. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. [sniim.gob.mx/2010prueba/Cuadro-AnualConsPec.asp?per=A&xedo=S&x=36&y=16](http://sniim.gob.mx/2010prueba/Cuadro-AnualConsPec.asp?per=A&xedo=S&x=36&y=16). (Consultado 5 Julio 2015).
- Selk G E, Wettemann R P, Lusby K S, Rasby R J. 1986. The importance of body



condition at calving on reproduction in beef cows. OSU Agric. Exp. Sta. Publ.

118:3163-3169.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2011. (SIAP) SAGARPA

[www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx),

Simpson J R, Conrad J H. 1993. Intensification of cattle production systems in Central America: Why and when. J Dairy Sci. 76:1744-1753.

Sims P L, Singh J S. 1978. The structure and function of ten western North American grassland. III. Net primary production, turnover and efficiencies of energy capture and water use. Journal of Ecology 66:573-597.

Snowder G D, Van Vleck L D, Cundiff L V, Bennett G L. 2006. Bovine respiratory disease in feedlot cattle: Environmental, genetic, and economic factors. J Anim Sci. 84:1999–2008.

Step D L, Krehbiel C R, Depra H A, Cranston J J, Fulton R W, Kirkpatrick J G, Gill D R, Payton M E, Montelongo M A, Confer A W. 2008. Effects of commingling beef calves from different sources and weaning protocols during a forty-two-day receiving period on performance and bovine respiratory disease. J Anim Sci; 86:3146–3158. doi:10.2527/jas.2008-0883.

SPSS. 2008 (Statistical Package for Social Sciences). User's Manual (Release 17.0). Chicago. IL, USA: IBM Corp.

Steel R G D, Torrie J H. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. 2<sup>nd</sup> ed. New York, USA: McGraw-Hill Book Co.

Stokka G L. 2010. Prevention of respiratory disease in Cow/Calf operations.

Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. Vol (26) Issue 2:229-241.

Tennant C J, Spitzer J C, Bridges Jr. W C, Hampton J H. 2002. Weight necessary to change body condition scores in Angus cows. J Anim Sci; 80:2031-2035.

Thrift F A, Thrift T A. 2011. Review: Update on preconditioning beef calves prior to sale by cow-calf producers. The Professional Animal Scientist 27, 73- 82.

Tindall H D. 1983. Vegetables in the tropics. Macmillan, London. Pp 325-379.

Torres–Acosta J F J. 2006. The effect of supplementary feeding in browsing Criollo kids and hair sheep naturally infected with gastrointestinal nematodes. *In*: Sandoval–Castro, C. A., F.D.DeB.D. Hovell, J.F. Torres–Acosta, and A. Ayala–Burgos (eds.). BSAS Publication 34. Herbivores: The Assessment of Intake, Digestibility and the Roles of Secondary Compounds. Nottingham University Press. pp: 261–268.

Tothill J C, Mott J J. 1985. Ecology and Management of the world's savannas. Australian Academy of Science: Canberra.

Van Soest P J, Robertson J B, Lewis B A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583–3597.

<http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302>

Vargas D S, Jairo-Jaime M V, Vera V. 2009. Perspectivas para el control del virus de la diarrea viral bovina (BVDV). Rev Colomb Cienc Pecu, 22:677-688.

Vázquez P V M, Flores C J, Santiago V S, Herrera R D, Palacios F A H E,

- Liébano H E, Pelcastre O A. 2004. Frecuencia de nematodos gastroentéricos en bovinos de tres áreas de clima subtropical húmedo de México. *Tec. Pec. Méx.* 42:237-245.
- Vercruysse J, Claerebout E. 2001. Treatment vs non treatment of helminth infections in cattle: defining the threshold. *Vet. Parasitol.* 98: 195–214.
- Villegas-Carrasco M del C, Román-Ponce H. 1986. Producción de leche durante el proceso de formación de un rancho de doble propósito en el trópico. *Téc. Pec. Méx.* 51: 51-61.
- Wagner J W, Mathis C P, Loest C A, Sawyer J E, McCollum F T. 2006. Impact of feedlot morbidity on performance, carcass characteristics and profitability of New Mexico ranch to rail steers, in *Proceedings. Cattle Growers' Short Course Proceedings & Livestock Research Briefs*; 72-73.
- Wagner J J, Lusby K S, Otjen J W, Rakestraw J, Wetteman R P, Walters L E. 1988. Carcass composition in mature Hereford cows. Estimation and effect on daily metabolizable energy requirement during winter. *J. A. Sci.*, 66, pp. 603-612.
- Waggoner J W, Mathis C P, Loest C A, Sawyer J E, McCollum III F T, Banta J P. 2007. Case study; Impact of morbidity in finishing beef steers on feedlot average daily gain, carcass characteristics, and carcass value. *Prof. Anim. Sci.* 23:174.
- Wieringa F L, Curtis R A, Radostits O M. 1974. The effect of preconditioning on weight Gain and shrinkage in beef calves. *Can. Vet. J.*, Vol. 15, no. 11.
- Williams G L. 1998. Nutritional factors and reproduction In: *Encyclopedia of*

- Reproduction. Ed. Academic Press, London; 3: 92-102.
- Winter W H, Winks L, Seebeck R M. 1991. Sustaining productive pastures in the tropics. 10. Forage and feeding for cattle. Trop. Grassl. 25:145.
- Wittum T, Perino L J. 1995. Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performance of calves. Am J Vet Res. 56(9):1149-54.
- Zorrilla R J M. 2012. El caso México. In: Zorrilla RJM *et al.* Editores. Memoria Internacional: "Escenarios futuros de la ganadería bovina para carne en México. Guadalajara, Jal., México. Pp 25-95.
- Zorrila J M, J M Palma. 2010. La cadena alimentaria "carne de bovino" en México: Factores a considerar en la integración de los eslabones criador y finalizador. Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 14, núm. 2, pp.3-28.